

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO



STEM na Aprendizagem de Física: um estudo com alunos do 3.º  
ciclo do ensino básico

Frederico Cesar Matias Cardoso Guedes

Mestrado em Educação

Área de Especialidade Didática das Ciências

Dissertação Orientada pela Professora Doutora Mónica Baptista

2019



UNIVERSIDADE DE LISBOA  
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO



STEM na Aprendizagem de Física: um estudo com alunos do 3.º  
ciclo do ensino básico

Frederico Cesar Matias Cardoso Guedes

Mestrado em Educação

Área de Especialidade Didática das Ciências

Dissertação Orientada pela Professora Doutora Mónica Baptista

2019





## Agradecimentos

Inicio os meus agradecimentos em ordem cronológica. Portanto, aos meus pais Vera Lucia Matias Guedes e Getúlio Cesar Cardoso Guedes por toda a luta e crença de que a mudança se dá pela instrução. Agradeço ao meu irmão Alexandre por toda a coragem e seu jeito positivo de viver, a minha filha Julia que muito me fez refletir e perseverar, ainda me faz.

Agradeço ao Professor Doutor Pedro Rocha dos Reis pela capacidade de extrapolar, nas suas aulas, nossa capacidade de enxergar novos horizontes. Agradeço à Professora Doutora Mónica Baptista pelos momentos de reflexões impostos no percurso da sua orientação em minha dissertação, foram os pontos a ajustar que me amadureceram e fortaleceram minha capacidade de “desaprender” o necessário e potencializar o essencial.



## Resumo

Com este estudo pretende-se conhecer a influência da abordagem STEM na aprendizagem da Cinemática, Impulso e Quantidade de Movimento, subdomínio da componente de Física, com alunos de 12 aos 15 anos. Mais concretamente, pretende-se dar resposta às seguintes questões de investigação: Que relevância atribuem aos alunos às aulas de Física, durante a aprendizagem da Cinemática, Impulso e Quantidade de Movimento, quando envolvidos numa abordagem STEM? Que dificuldades na aprendizagem da Cinemática, Impulso e Quantidade de Movimento sentem os alunos quando envolvidos numa abordagem STEM? Que aprendizagens sobre a Cinemática, Impulso e Quantidade de Movimento desenvolvem nos alunos quando envolvidos numa abordagem STEM? Na procura de respostas para estas questões, orientou-se o trabalho numa investigação mista, fazendo uso de atividades baseadas em contextos reais, em um conjunto de atividades STEM. Participaram nesta investigação 48 alunos, 26 do sexo masculino e 22 do sexo feminino, todos pertencentes ao 9.º ano do ensino básico.

Os resultados sugerem uma tendência para o aumento da relevância atribuída pelos alunos às aulas de Física com a abordagem STEM. Apesar disso, os alunos sentiram dificuldades relacionadas com as construções de modelos teóricos que foram sendo ultrapassadas ao longo do trabalho. Essas dificuldades favoreceram as aprendizagens dos alunos no campo do raciocínio, revelando explicitamente a capacidade físico/matemática e físico conceitual com este tipo de abordagem, bem como no campo processual.

Palavra-Chave: Abordagem STEM, Ensino de Física, Educação Científica.





## Abstract

This study aims to know the influence of the STEM approach on the learning of Kinematics, Impulse and Quantity of Movement, subdomain of the Physics component, in students from 12 to 15 years. More specifically, the following research questions are intended to be answered: What relevance do students assign to physics classes during the learning of Kinematics, Impulse and Movement Amount when involved in a STEM approach? What difficulties in learning Kinematics, Impulse, and Amount of Movement do students feel when engaged in a STEM approach? What learning about Kinematics, Impulse, and Amount of Movement do students develop when engaged in a STEM approach? This work followed a mixed research, using activities based on real contexts, in a set of STEM approach. Forty-eight students, 26 male and 22 females, all from the 9th grade of elementary school participated in this research.

The results suggest a tendency towards increasing relevance given by students to physics classes with the STEM approach. Nevertheless, the students felt difficulties related to the construction of theoretical models that were being overcome during the work. These difficulties favored students' learning in the field of reasoning, explicitly revealing the physical / mathematical and conceptual physical ability with this type of approach, as well as in the procedural field.

**Keyword:** STEM Approach, Physics Teaching, Science Education.



## Índice Geral

Índice de quadros	13
Índice de Figuras	17
Capítulo 1	18
Introdução	18
Organização do Trabalho	19
Capítulo 2	21
Enquadramento teórico	21
Capítulo 3	26
Unidade de Ensino	26
Capítulo 4	39
Métodos e procedimentos	39
Capítulo 5	54
Resultados	54
Os alunos e suas dificuldades	63
Capítulo 6	96
Encaminhamentos: Discussão, conclusão e reflexão	96
Referências	102
Apêndices	112
Apêndice A – Atividades com as metas curriculares	113
Apêndice B -Guia de entrevistas	151
Apêndice C- Questionário	152



## Índice de quadros

Quadro 3.1 - Metas Curriculares de Física presentes no Conjunto de atividades com abordagem STEM	28
Quadro 3.2 - Metas Curriculares de Física presentes no Conjunto de atividades com abordagem STEM	31
Quadro 3.3 - Metas Curriculares de Física presentes no Conjunto de atividades com abordagem STEM	34
Quadro 3.4 - Metas Curriculares de Física presentes no Conjunto de atividades com abordagem STEM	36
Quadro 4.1 – Dimensões elaboradas que se relacionam com a Física e Ciências, os itens e a sua consistência interna, antes e depois da intervenção	50
Quadro 4.2 – Dimensões elaboradas que se relacionam com a Física e Ciências, os itens e a sua consistência interna, antes e depois da intervenção	50
Quadro 4.3 – Dimensões elaboradas que se relacionam com a Física e Ciências, os itens e a sua consistência interna, antes e depois da intervenção	51
Quadro 4.4 – Explicitação dos construtos/Dimensões	51
Quadro 4.5 – Subdivisões analisadas a partir dos Construtos ou dimensões elaboradas no contexto da questão: “Que dificuldades na aprendizagem da Cinemática, Impulso e Quantidade de Movimento sentem os alunos quando envolvidos numa abordagem STEM?”	52
Quadro 4.6 – Subdivisões analisadas a partir dos Construtos ou dimensões elaboradas no contexto da questão: “Que aprendizagens sobre a Cinemática, Impulso e Quantidade de Movimento desenvolvem nos alunos quando envolvidos numa abordagem STEM?”	53
Quadro 5.1 – Comparativo geral simples e com desvio padrão das questões respondidas antes e depois da intervenção	59
Quadro 5.2– Comparativo geral simples e com desvio padrão das questões respondidas antes e depois da intervenção, na dimensão Gosto pelo Física	60
Quadro 5.3 – Comparativo geral simples e com desvio padrão das questões respondidas antes e depois da intervenção, na dimensão “Relevância das aulas de Física”	60
Quadro 5.4 – Comparativo geral simples e com desvio padrão das questões respondidas antes e depois da intervenção, na dimensão “Dificuldade em Física”	60
Quadro 5.5 -Comparativo geral simples e com desvio padrão das questões respondidas antes e depois da intervenção, na dimensão “Aluno vê relevância da Ciência”	61
Quadro 5.6 - Comparativo geral simples e com desvio padrão das questões respondidas antes e depois da intervenção, na dimensão “Aluno como promotor de mudança social”	61
Quadro 5.7 - Explicitação, por dimensões, das médias e desvios padrões nos dois momentos, antes e depois	62
Quadro 5. 8 – Distâncias seguras – Etapa 4, dificuldades dos alunos – Campo dos Raciocínios	64

Quadro 5.9 – “O movimento e suas Quantidades” – Etapa 4, dificuldades dos alunos - Campo dos Raciocínios	67
Quadro 5.10 – “Distâncias Seguras” – Etapa 1, dificuldades dos alunos – Campos Processuais- Formas de Planejamento	70
Quadro 5.11 – “O movimento e suas quantidades” – Etapa 1, dificuldades dos alunos – Campos Processuais - Formas de Planejamento	73
Quadro 5.12 – “Tem solução” – Etapa 1, dificuldades dos alunos – Campos Processuais - Formas de Planejamento	74
Quadro 5.13 – “Distâncias Seguras” – Etapa 2, dificuldades dos alunos – Campos Processuais – Formas de Representação	75
Quadro 5.14 – “Distâncias Seguras” – Etapa refletindo e revisando, dificuldades dos alunos – campos Processuais – Modos de execução	76
Quadro 5.15 – Dificuldades diversas no modo de representação	78
Quadro 5.16- “Distâncias Seguras”- Etapas 2, 3 e 4 - Dificuldades dos alunos – Relações STEM – Presença de conceitos STEM	80
Quadro 5.17- “O movimento e suas Quantidades”- Etapas 2, 3 e 4 - Dificuldades dos alunos – Relações STEM – Presença de conceitos STEM	81
Quadro 5.18 – Grau decrescente de dificuldade para os alunos 7 e 9, respectivamente	82
Quadro 5.19 – Frequência das ordens decrescentes de dificuldades dos alunos respondentes deste item na atividade “Distâncias Seguras”	83
Quadro 5.20 – Frequência das ordens decrescentes de dificuldades dos alunos respondentes deste item na atividade “O Movimento e suas Quantidades”	83
Quadro 5. 21 – Aluno 2, turma A demonstra aprendizagens sobre velocidade e variação de velocidade	85
Quadro 5. 22 – Aluno 14, turma B demonstra aprendizagens sobre velocidade e variação de velocidade	85
Quadro 5. 23 – Aluno 15, turma B demonstra aprendizagens sobre velocidade e variação de velocidade	85
Quadro 5. 24 – Aluno 14 e 15, turma B demonstram a etapa da atividade “Distâncias Seguras” que mais aprenderam	86
Quadro 5. 25 – Aluno 2, turma A demonstram a etapa da atividade “Distâncias Seguras” que mais evoluiu	86
Quadro 5. 26 – Alunos 17 e 18, turma B evidenciam registros em entrevista, aprendizados a respeito dos conceitos de velocidade e velocidade média	87
Quadro 5. 27 – Aluno 9, turma B demonstra aprendizagens sobre distância percorrida e deslocamento	88
Quadro 5. 28 – Aluno 5, turma B demonstra aprendizagens sobre distância percorrida e deslocamento	89
Quadro 5.29 – Alunos 23 e 24, turma B relatam as etapas que mais aprenderam	90

Quadro 5. 30 – Conjunto de atividades STEM - Alunos 25, 26, 27 e 28 turma B demonstram aprendizagens dos Conceitos STEM	91
Quadro 5. 31 – Atividade “Distâncias Seguras” - Aluno 25, turma B demonstra aprendizagens dos Conceitos STEM também no momento da programação	92
Quadro 5. 32 – Conjunto de atividades STEM – Alunos apresentam aprendizagens nos campos do raciocínio conceituais da Física escritos	93
Quadro 5. 33 – Conjunto de atividades STEM – Alunos apresentam aprendizagens nos campos do raciocínio lógico Físico/Matemático	94





## Índice de Figuras

Figura 5.1 – Média das respostas dos alunos, para cada questão, antes da intervenção – Média teórica igual 3,51	55
Figura 5.2 – Média das respostas dos alunos, para cada questão, depois da intervenção – Média teórica igual 3,53	58
Figura 5.3 – Dificuldade em categorizar coerentemente suas dúvidas	78

---

# CAPÍTULO 1

---

## INTRODUÇÃO

Propor aos alunos algumas estratégias, capazes de criar ambientes para os levar a pensar criticamente, avaliar e tomar decisões, torna-se extremamente relevante. Além disso, deve-se possibilitar a resolução de problemas em níveis mais complexos (Gonzalez & Kuenzi, 2012). O desenvolvimento de metodologias, no sentido de se investir em propostas interdisciplinares, reforça a relação quotidiana e a curiosidade, possibilitando aos alunos a procura dos “porquês” (Ross, 2017). Ademais, estas metodologias permitem potencializar a aprendizagem por investigação, ideia reforçada por Kotkas, Holbrook e Rannikmäe (2016). Desse modo, a aprendizagem passa a ser mais relevante, útil e significativa para os alunos, uma vez que exige da sua parte um maior envolvimento (Holbrook, 2008).

Connor (2015) reforça as ideias anteriores, quando afirma que, a velocidade com que as mudanças de contexto ocorrem, acabam por desenvolver novas capacidades relacionadas do desenvolvimento de competências no campo interdisciplinar, bem como o conhecimento interligado às diversas disciplinas. Yakman (2008) também salienta que as propostas para integrar disciplinas nos mais variados níveis, fortificam a necessidade de superação da fragmentação do ensino, para assim, fundamentar a compreensão das informações e construções dos conceitos. Com base nesses fundamentos, aliamos as ideias de Hernandez e Ventura (1998) que entendem que a concretude de uma aprendizagem se realiza no momento da percepção de uma gama de ressignificações do campo sentimental e dos sentidos, permitindo, portanto, aplicação dos conceitos em situações reais. Com base nos autores acima referidos, encontramos um elo com a abordagem STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), uma vez que, o diálogo entre as ciências se torna possível (Rennie et al., 2012), de maneira cotidiana e muitas vezes inovadoras (Pavão & Freitas, 2008). Morrison (2006) contribui para esse pensar, ao sugerir que uma sala de aula STEM deve propiciar aos alunos momentos para solucionar problemas, inovar, inventar, pensar de maneira lógica, e, como

desdobramento, sejam capazes de desenvolver sua autoconfiança e a alfabetização tecnológica. Berlin e Lee (2005), juntamente com Fritzallen et al. (2018), corroboram essas ideias ao afirmarem que os alunos têm acesso a situações de aprendizagens capazes de desenvolver a capacidade crítica, de tomada de decisões em diversas áreas do conhecimento, facilitando o reconhecimento e a compreensão de mundo com a abordagem STEM. Tsupros, Kohler e Hallinen (2009) contribuem para o raciocínio anterior, quando propõem pensar a abordagem STEM como uma integração curricular, dando oportunidades aos alunos para experimentar situações do mundo real não fragmentada, em lugar de visões recortadas.

Também no relatório do National Research Council (2003) estão presentes algumas destas ideias. De facto, é salientado a necessidade da educação STEM fomentar outras áreas além das Ciências, como por exemplo, o raciocínio baseado em evidências, o entendimento e apreciação do processo de investigação científica, as habilidades cognitivas, entre outros pontos. No entanto, mesmo com as potencialidades da abordagem STEM para o ensino e aprendizagem, o carácter interdisciplinar, e “aberto” torna essa abordagem, por vezes, de difícil implementação[...] nas salas de aula (Lesseig, Slavitt, & Nelson, 2017), dada a [...] necessidade de uma formação adequada para tal abordagem em contextos educacionais (Ní Ríordáin, Johnston, & Walshe, 2016). Soma-se a esse pensar, o de Lederman e Niess (1998) que alertam a importância da compreensão das práticas curriculares, e da sala de aula nesse processo.

Tendo em consideração os argumentos acima descritos, com este estudo pretende-se conhecer as influências de uma abordagem STEM na aprendizagem da Cinemática, Impulso e Quantidade de Movimento, subdomínio da componente de Física, em alunos com idades compreendidas entre 12 aos 15 anos. Mais concretamente, pretende-se dar resposta às seguintes questões orientadoras:

- Que relevância atribuem aos alunos às aulas de Física, durante a aprendizagem da Cinemática, Impulso e Quantidade de Movimento, quando envolvidos numa abordagem STEM?
- Que dificuldades na aprendizagem da Cinemática, Impulso e Quantidade de Movimento sentem os alunos quando envolvidos numa abordagem STEM?
- Que aprendizagens sobre a Cinemática, Impulso e Quantidade de Movimento desenvolvem nos alunos quando envolvidos numa abordagem STEM?

Este trabalho insere-se num projeto de investigação mais amplo – Projeto Let’s GoSTEM, financiado pela FCT (PTDC/CED-EDG/31480/2017) que tem como objetivo avaliar o

impacto da abordagem STEM na aprendizagem da Física, na motivação dos alunos para aprender ciências e no seu interesse por profissões da STEM.

## **ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO**

O trabalho de dissertação se organiza em seis capítulos. No capítulo 1 realiza-se a introdução com a apresentação do contexto seguido do problema e com a explicitação das questões orientadoras que se pretende responder. No capítulo 2 apresenta-se a fundamentação teórica, se levando em conta a revisão de literatura, no que diz respeito aos tópicos dessa dissertação, explicitamente a transposição didática, a aprendizagem significativa, as múltiplas inteligências, a literacia científica e a abordagem STEM. O capítulo 3 é organizado em três secções. Inicialmente, com o enquadramento curricular e com a exibição das metas curriculares abordadas na intervenção em questão, na sequência, em relação aos conteúdos abordados, os conhecimentos prévios esperados dos alunos. Na secção dois, a explicitação dos pontos de dificuldades apresentados por outros estudos na área de Cinemática, Impulso e Quantidade de Movimento, temática abordada nesta dissertação. Por fim, na terceira secção aborda-se a descrição das tarefas, com o tipo de abordagem realizado em cada uma, a descrição sucinta da aplicação no ambiente de sala de aula e seus respectivos conteúdos. No capítulo 4 apresenta-se o método e procedimentos adotados. Constituído, portanto, da descrição do design de investigação, do contexto dos participantes do estudo, com uma fundamentação teórica que embasa os métodos escolhidos, para a recolha de dados, e, com base na literatura, o modo de utilização desses dados nesta dissertação. Na última parte dessa unidade é apresentada uma análise dos dados, suas categorias e subcategorias oriundas dos dados recolhidos nas atividades com a população. No Capítulo 5 apresenta-se os resultados da recolha de dados, originados pelas categorias e subcategorias que emergiram como desdobramentos da reflexão a respeito das questões orientadoras. No capítulo 6 apresenta-se a discussão dos resultados obtidos, a conclusão com base nas interpretações dos resultados, contribuições de melhorias, sugestões e estudos futuros referentes a abordagem STEM nas aulas de Física. Encerra-se o capítulo com uma reflexão.

---

## CAPÍTULO 2

---

### Enquadramento Teórico

O contexto atual de sala de aula é permeado por diversos modelos sociais que atuam ativamente nas abordagens praticadas dentro dela, isso é amplificado pelo acesso a informações, por vezes, em tempo real ao que o educador propõe, afirma ou cita nos momentos de mediação do que se deseja evidenciar aos alunos. Nesse aspecto, a promoção de situações que façam sentido, e abrimos parênteses aqui, para o facto da própria palavra “sentido” estar no passado, pois as situações propostas aos alunos devem de facto estar no repertório não só real, mas também cotidiano. Mais concretamente, essas situações devem fazer parte da realidade cotidiana dos alunos, de maneira a que tenham sido vividas de alguma forma, i.e., para que ensaios de protagonismo, genuinidade, criatividade e sentimento de pertença sejam naturais no processo. Nesse pressuposto, a abordagem *STEM* (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) para o Ensino de Física pode se apresentar como um caminho genuíno em contextos de sala de aula.

### O Ensino de Ciências e um caminho, a abordagem STEM

Há algumas décadas o Ensino das Ciências vem sendo discutido sob diversos aspectos tanto no Ensino quanto na Aprendizagem. No ano de 1992, por exemplo, a NTSA (*National Science Teachers Association*), já citava a necessidade de estar em primeiro plano, as capacidades de ordem superior, ou seja, aquelas associadas a resolução de problemas e uso de estratégias. Poucos anos mais tarde Alberts (1994), Woolnough (1994), Bentley (1995), Shoring (1995) e Alonso (1996) defendem o Ensino de Ciências focados em problemas reais e com significados para os alunos para que com esse contexto se tenha respostas a algumas necessidades atuais para a sociedade. De forma mais abrangente, Artz (1994) e Perrenoud (1995) também afirmam a necessidade de mudança nas práticas pedagógicas, para métodos mais ativos, de situações que envolvam a investigação, tomada decisão e comunicação, etc.

De facto, como defendem vários autores, o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais desafiantes leva os alunos a desenvolver as suas capacidades, como de explicar e prever fenómenos, ler e compreender um artigo sobre ciência e avaliar informação recolhida. Estas capacidades são fundamentais para na sociedade atual, caracterizada por uma rápida e constante mudança provocada pela evolução da ciência e tecnologia (Martins & Veiga, 1999), o aluno cidadão possa “entender e seguir debates sobre temas científicos e tecnológicos e envolver-se em questões que estes temas colocam” (DEB, 2000, p. 129).

O ensino das ciências deve, assim, proporcionar aos alunos o despertar da sua curiosidade pelo mundo natural à sua volta, criando um interesse entusiástico pela ciência; a aquisição de uma compreensão geral e alargada das ideias importantes e das estruturas das ciências, assim como dos procedimentos da investigação científica; e o questionamento do comportamento humano perante o mundo, assim como o impacto da Ciência e da Tecnologia no nosso ambiente e na nossa cultura em geral. Nesta perspetiva, o ensino das ciências possibilita que os alunos desenvolvam competências que lhes permitam enfrentar as mudanças científicas, tecnológicas e participar numa sociedade democrática, onde têm de tomar decisões pessoais que não são isentas de valores por envolverem, muitas vezes, interesses económicos e sociais (Reis, 2006).

Martins (2002) evidencia que a literacia científica é um conceito que se aplica a cada indivíduo cabendo-lhe, de acordo com o papel que desempenha na sociedade, uma intervenção político-social. A autora descreve três tipos de literacia científica: erudita, competente e funcional. A literacia erudita valoriza o conhecimento no sentido absoluto, isto é, o conhecimento é visto como um valor intelectual, independentemente da aplicação que o indivíduo faça dele. Relativamente à literacia competente esta relaciona-se com a resolução de problemas práticos, a interpretação de textos, desenvolvendo-se o pensamento crítico dos alunos. Por último, a literacia funcional, que diz respeito aos conhecimentos científicos que os alunos têm que mobilizar para resolver uma questão definida pela sociedade onde estes estão inseridos. Outros autores como Carlson, Humphrey e Reinhardt (2003) apresentam finalidades para o Ensino das Ciências centradas na natureza da ciência, nos processos da ciência e nos conceitos da ciência. Relativamente à natureza da ciência, a Educação em Ciência contribui para que os alunos sejam capazes de usar evidências para propor explicações, estejam dispostos a rever explicações em consequência de uma nova evidência ou discussão, tenham a mente aberta e sejam perseverantes; no que respeita aos processos da ciência, a Educação em Ciência

contribui para que os alunos sejam capazes de identificar questões, observar sistematicamente, medir com exatidão, controlar variáveis; no que concerne aos conceitos da ciência, a Educação em Ciência permite que os alunos adquiram conhecimento de conceitos como, por exemplo, propriedades da matéria, diversidade de organismos, sistema solar, etc.

Hodson (2011, p.11-12), a respeito do Ensino de Ciências, corrobora de certa forma o que foi anteriormente descrito, quando afirma que o Ensino de Ciências necessita promover a efetividade na solução dos “problemas globais e locais”, aliando-se a isso o respeito ao ambiente natural, quando se tomar decisões que envolvam o uso de tecnologia. Holbrook (2008) reforça a ideia da utilidade, significado e relevância do Ensino de Ciências e sobre o aspecto da relevância, Holbrook aprofunda quando afirma que esta deve estar pautada em princípios inovadores e de forma estratégica, ou seja, que de alguma forma faça o aluno se envolver ao mesmo tempo que enxergue sentido, para culminar com o “querer aprender”.

Ao partir dos pontos de Holbrook (2008), mas com o olhar da natureza e formato das atividades, Koktas, Holbrook e Rannikäe (2016) se inserem de forma importante quando afirmam a respeito dos materiais didáticos de Ciências, para eles, um contexto deve ser genuíno e justificável. Genuíno, pois deve fazer sentido ao aluno e justificável porque tem de apresentar pontos concisos da importância de se aprender a respeito de um determinado assunto das Ciências, ainda para eles, o ato de Ensinar Ciências deve estar pautado em temas desafiadores, propiciando aos alunos o desenvolvimento ativo na elaboração de seus conceitos.

Alguns autores, como o caso de Stroupe (2014), Ford (2015), Jimenez-Aleixandre e Crujeiras (2017) afirmam a necessidade da relação entre o desenvolvimento de procedimentos e a aprendizagem conceitual, configurando uma tendência nos currículos escolares para criar ações e práticas na construção do raciocínio e do juízo sobre “questões e formas mais críticas de investigações do dia-a-dia, que fundamentam de certa forma a literacia científica (Sasseron, 2018). Osborne (2016) fundamenta, ainda, um terceiro conhecimento a ser trabalhado concomitantemente com o conhecimento conceitual e procedural, este conhecimento seria o epistêmico. Estes três, portanto, fundamentam o desenvolvimento do raciocínio científico (Osborne, 2016; Carvalho 2013; Freire 1967).



Com base nas afirmações e concepções anteriores, a respeito do Ensino de Ciências, uma possibilidade plausível é a abordagem STEM, que ganhou intensidade nos anos 90, nos Estados Unidos da América, devido ao desinteresse nas carreiras associadas as áreas STEM (Hitz & Fan, 2015; Reiss & Mujtaba, 2017). Utilizada primeiramente com a sigla SMET (*Science Mathematics, Engineering and Techonology*) pela *National Science Foundation* (NFS) e mais tarde em 2001, recebeu o nome de STEM por uma das direções que passaram pela NFS (Sanders, 2009, Breiner et. al., 2012).

Essa abordagem, ganha maior intensidade nos dias de hoje, com ampla propagação ao redor do mundo sob perspectivas vocacionais (Marginson et. al., 2013). Outro ponto relevante é descrito por Blackley e Howell (2015), citado por Pugliese (2017, p.45), de que existe quatro vertentes globais do discurso que circunda a abordagem STEM:

*“The STEM approach of the English-speaking countries is dominated by the US and UK, and is characterized by widespread talk of a ‘STEM crisis’. There are a number of Western European countries, such as France and Germany that have emphasized STEM for some time as part of the framing of national policy on education and industry; the focus in these countries has been on the apparent ‘STEM shortage’ rather than ‘crisis’. Typically, these policies or strategies involve: “promotion of a positive image of science; increasing public knowledge of science; improving school-based mathematics and science (teaching and learning); and increasing interest and participation in school-based mathematics and science, tertiary STEM disciplines and the STEM workforce. Furthermore, strong STEM performing countries in Asia have meritocratic career structures that recognize excellence in teaching these subjects (Marginson et al., 2013), Finally, in the fourth group, developing countries with an emerging industrial base and/or low levels of education participation and supply of qualified teachers, such as Brazil and South Africa, STEM is addressed in terms of improving participation in basic education and developing a qualified teaching workforce”.*

Apesar de não existir um consenso quanto a sua definição (Bell, 2016; Wong, 2016) e pelo seu estado da arte internacional (Marginson et al, 2013; Ritz e Fan, 2015; Wong et al, 2016), para Wang, Moore e Park (2011) *“is an interdisciplinary teaching approach, which removes the barriers between the four disciplines”*. Pugliese (2017) de certa forma corrobora o pensar quando salienta, de forma simplificada, que se trata de uma forma diferenciada de abordagem para o Ensino de Ciências, uma vez que se “desprende do Tradicionalismo” pedagógico.

Wang, Moore e Park (2011, p.2) trazem outras fundamentações importantes, sob uma perspectiva curricular relevante para o Ensino de Ciências, ao dizer que:

*“STEM integration in the classroom is a type of curriculum integration. The concept of curriculum integration is complex and challenging, as integration of subjects is more than a matter of simply putting different subject areas together”.*

Essa integração defendida pelos autores acima citados, e por outros, como por exemplo Sanders (2009), Hitz e Fan (2015), Kelley e Knowles (2016) se alinham, de certa forma, com a ideia de que o momento de sala de aula, deve estar pautado nos dias atuais em um formato plausível às demandas da sociedade moderna e em contextos interligados ao cotidiano dos alunos, Brooks e Brooks (1993) e Wang, Moore e Park (2011, p.3) afirmam que os alunos devem aprender em contextos reais de forma que haja aproximação de suas vidas, reforçado pelos dizeres de Berlin e Lee (2005) juntamente com Fritzallen et al. (2018) que afirmam a necessidade dos alunos terem acesso a situações de aprendizagens capazes de desenvolver a capacidade crítica, de tomada de decisões em diversas áreas do conhecimento, facilitando o reconhecimento e a compreensão de mundo com a abordagem STEM.

---

# CAPÍTULO 3

---

## **Unidade de Ensino**

No capítulo em questão será apresentado o enquadramento das Atividades – Velocidade Constante e Variável, Distância percorrida e Deslocamento, Impulso e Quantidade de Movimento - iniciamos com as orientações metas curriculares definidas para as atividades, na sequência com o que é necessário de conhecimentos prévios, por parte dos alunos, para que os tópicos de Ensino possam ser aprendidos. Logo após, apresentamos uma revisão da literatura com as dificuldades dos alunos mais frequentes quando colocados a aprender os tópicos acima descritos. Por último, descreve-se as tarefas, explicitando os objetivos de aprendizagem em cada uma delas, sob o contexto de abordagem STEM.

### **Enquadramento das atividades**

O tema de intervenções das atividades, é enquadrado na parte da Física denominada Mecânica Newtoniana, mais especificamente, nos domínios da Cinemática e da Dinâmica, e, a respeito desse domínio, são tratados apenas os tópicos de Velocidade escalar constante e variável, distância percorrida e deslocamento escalares, estes, no campo da Cinemática. No campo da Dinâmica dos corpos rígidos, são abordados apenas os tópicos de Impulso e Quantidade de Movimento.

Sendo assim, o conjunto composto de quatro atividades, na área de Física, com proposta de abordagem STEM, a ser desenvolvida em momentos de 100 minutos, com os alunos do 3.º ciclo do ensino básico.

O contexto das quatro atividades está centrado nas questões de segurança ao pilotar veículos. As duas primeiras em rodovias e as duas últimas na cidade. Esse contexto está diretamente relacionado com a Engenharia, pois é pedido a construção de protótipos de chassis e carrocerias de veículos, com a Tecnologia. Envolve a construção e programação de modelos que facilitem o estudo de caso (problema contextualizado), com a Ciência,

que nesse caso, enfatiza a parte da Mecânica Newtoniana e também com a Matemática, ao explorar as representações matemáticas que correspondem ao estudo físico, fomentando assim a abordagem STEM em torno da Cinemática, Impulso e Quantidade de Movimento. Para corroborar esse pensar, Crippen e Antonenko (2018) afirmam que é um dos enfoques da abordagem STEM aplicar em contextos reais cotidianos, os conceitos científicos.

Ao todo, quatro atividades produzidas nesse trabalho (Apêndice A). Nas duas primeiras, as atividades estão divididas em 4 etapas. A Primeira etapa engloba “As Pesquisas e Planejamento”, a segunda o “Projeto de um Protótipo”, o “Refletindo e Revisando” serve de reflexão das etapas um e dois. A terceira etapa tem a “Programação dos Protótipos” e o “Desafio” e a quarta etapa é composta pelo momento de se determinar matemática e conceitualmente a parte da Física em questão e o “Desafio Final”. Na terceira atividade é proposto um desafio de *upgrade* do protótipo e em suas programações, na quarta e última, os alunos são estimulados a propor soluções a um problema real, ao observar vídeos de congestionamento que ocorrem em uma cidade. As quatro tarefas necessitam que o aluno lance mão da pesquisa e investigação, para solucionar os problemas contextualizados. Os alunos solucionam o problema trabalhando em equipa, mas com papéis previamente definidos por eles. A programação dos protótipos é estimulada nas três primeiras atividades onde os alunos utilizam o ambiente de aprendizagem em *programação*, *LEGO Mindstorms EV3*, essa opção se deu pelo fato de o ambiente ser um espaço para aprender linguagem de programação e pensamento computacional em variados níveis, com respeito ao nível de interesse do aluno.

Nas quatro atividades privilegia-se também o ensino por investigação. A opção pelo ensino por investigação prende-se a possibilidade que esta estratégia dá aos alunos de vivenciarem uma aprendizagem aberta e flexível (Kirubaraj & Santha, 2018). Ainda para esses autores o ensino por investigação é protagonizado pelo aluno, sendo o professor o mediador. Exige o domínio do conteúdo em questão e algumas outras competências, além de criar um ambiente de aprendizagem compartilhado não linear e a interação com informações do aluno para uma eventual avaliação.

### **Atividade Distâncias Seguras**

Na atividade intitulada “*Distâncias Seguras*” (Quadro 3.1), espera-se que os alunos já tenham tido, ao nível do 3º ciclo, contato com a parte da Cinemática que discute referenciais inerciais, posições inicial e final de objetos puntiformes e extenso, a diferença

entre distância percorrida, trajetória e deslocamento, o conceito de velocidade constante que está relacionado a um tipo de movimento enquadrado como Movimento Uniforme, a movimentos com velocidade variável em relação ao tempo, a segunda, originando o conceito de aceleração média, que está dentro de um tipo de movimento, intitulado como Movimento Uniformemente Variado.

Quadro 3.1 das Metas Curriculares de Física presentes no Conjunto de atividades com abordagem STEM.

	<i>Science</i> (Ciência)	<i>Tecnology</i> (Tecnologia)	<i>Engineering</i> (Engenharia)	<i>Mathematics</i> (Matemática)
Distâncias Seguras		Elaborar uma programação que desloque um dos protótipos	Projetar dois protótipos de chassis de um carro	Identificar e interpretar funções matemáticas
	Conceituar Velocidade, Variação de velocidade no tempo	Elaborar uma programação que realize a frenagem na distância mínima de segurança	Projetar duas carrocerias para seus protótipos	Utilizar relações de proporcionalidades
	Aplicar os conceitos de Velocidade, Distância Percorrida e Deslocamento em funções matemáticas	Testar e ajustar as soluções de programação	Testar e ajustar as soluções de estruturas desenvolvidas	Realizar as operações matemáticas, respeitando as regras
				Determinar as velocidades e distância mínimas de segurança

Esta atividade se divide 4 etapas. Na primeira etapa, intitulada como “*As Pesquisas e Planejamento*”, os alunos são estimulados a pesquisar a respeito dos conceitos e representações matemáticas que envolvem e explicam a necessidade de distâncias mínimas entre os veículos, de acordo com a velocidade e massa destes em uma rodovia. Nessa etapa apresenta-se um pequeno texto para orientar e contextualizar o tema, e uma série de três questionamentos são colocados para tal promoção, listados abaixo:

- 1.º Qual seria o plano para tornar possível determinar a velocidade e a distância mínima de segurança entre dois veículos em uma rodovia?
- 2.º E para uma frenagem em segurança?
- 3.º Que fatores externos aos veículos podem influenciar nessa distância mínima entre os veículos durante uma frenagem?

No subpasso desse momento, explicita-se aos alunos a necessidade de uma equipe e os quatro pontos que serão desenvolvidos para responder aos questionamentos, os quais listados abaixo:

- Pesquisar sobre a determinação, cálculo da velocidade e determinação das distâncias mínimas entre veículos para as diferentes velocidades em uma rodovia;
- Pesquisar sobre a construção de estruturas dos automóveis;
- Planejar todos os itens necessários para determinar a velocidade e a distância mínima de segurança dos veículos;
- Planejar o protótipo de um carro.

Esta etapa um possui três questões que propõe a reflexão, pesquisa e planejamento dos alunos, em torno dos conceitos físicos, representações matemáticas e engenharia, todas descritas no segundo parágrafo.

Na segunda etapa, o “*Projeto de um Protótipo*” os alunos são convidados a projetar modelos que representem os veículos, com a finalidade de testar as distâncias seguras. Com a intenção de promover o interesse para tal projeto, um questionamento de reflexão, é realizado:

- Agora pense em como construir uma estrutura confiável para um veículo?

Como norteador inicial, a esse questionamento inicial, disponibiliza-se ao aluno alguns direcionamentos:

- 1.º projetar dois protótipos de chassis de um carro;
- 2.º projetar duas carrocerias para seus protótipos.

Na sequência, pede-se para que se organizem o pensar por meio de um projeto com etapas, antes da execução de fato. Orienta-se que este, pode ser feito no espaço indicado do

material do aluno, ou no *software* gratuito LEGO web designer, para posterior inserção no espaço destinado ao projeto, no material do aluno.

Esse momento, o “*Refletindo e Revisando*”, se propõe uma reflexão dos passos anteriores, para assim realizar ajustes nesse percurso. Nesta etapa, é apresentado ao aluno um pequeno texto com o objetivo de propor de fato a revisão e reflexão, antes de avançar. Para tal etapa é proposto a comparação entre o design inicial, e o de fato produzido, além dos pontos mais difíceis do planejamento, e como podem melhorá-lo.

Na terceira etapa, a “Programação dos Protótipos” e o “Desafio!” se abre espaço para organização e programação dos robôs de modo que a elaborem para determinar a velocidade e a distância mínima de segurança para uma frenagem. Para isso, pede-se a descrição dos programas para que seja possível determinar a velocidade e a frenagem dentro da distância mínima de segurança. O “Desafio!” é proposto que construam, dentro do ambiente de aprendizagem LEGO Mindstorms EV3, as programações, com base na descrição de seus programas. Como subsídio, algumas orientações são descritas ao aluno:

- 1.º elaborar uma programação que desloque um dos protótipos e possibilite determinar a velocidade deste;
- 2.º elaborar uma programação que realize a frenagem na distância mínima de segurança;
- 3.º testar e ajustar as soluções de programação e estruturas desenvolvidas.

Na quarta etapa, o “*Desafio Final*”, os alunos necessitam determinar a velocidade e a distância mínima entre os protótipos. Nesse contexto a orientação que os alunos recebem, estão abaixo listadas:

- 1.º determinar a velocidade e a distância mínima entre os protótipos;
- 2.º simular as situações de frenagem com a distância mínima entre os veículos.

Ainda na quarta etapa os alunos em “Reunião de encerramento do projeto” refletem sobre alguns pontos do desenvolvimento de seu projeto. Para esse momento, é apresentado os seguintes pontos e questionamentos, para reflexão das lições aprendidas:

Coloque em ordem decrescente as etapas que julgaram que aprenderam mais.

Coloque em ordem decrescente as etapas que julgaram mais difíceis.

Quais pontos a equipa percebe que melhorou após o projeto?

Em que você acredita que a equipa precisará melhorar?

## Atividade o movimento e suas quantidades

Na atividade “*O Movimento e suas Quantidades*” (quadro 3.2), o percurso que o aluno deve ter experienciado, é a ideia de que associado ao movimento de um objeto com massa, sempre há uma velocidade, e que ao variar a velocidade de um objeto com massa, estamos variando sua quantidade de movimento. E o impulso, pode ser relacionado com a rapidez com que variamos a quantidade de movimento em relação ao tempo, sendo assim, dar-se conta de que um impulso “grande” requer variação de quantidade de movimento “alta” em relação ao tempo e um Impulso “pequeno”, envolve variação de quantidade de movimento “baixa” em relação ao tempo. Outro ponto importante, o qual o aluno deve ter experienciado, se relaciona ao fato que se pode variar a quantidade de movimento ao alterar a massa do objeto.

**Quadro 3.2 das Metas Curriculares de Física presentes no Conjunto de atividades com abordagem STEM.**

	<i>Science</i> (Ciência)	<i>Tecnology</i> (Tecnologia)	<i>Engineering</i> (Engenharia)	<i>Mathematics</i> (Matemática)
O Movimento e suas Quantidades	Identificar e interpretar funções matemáticas Conceituar o Impulso e Quantidade de Movimento Aplicar os conceitos do Impulso e Quantidade de Movimento em funções matemáticas	Elaborar uma programação que desloque um dos protótipos, e, possibilite determinar a quantidade de movimento; e impulso deste; Elaborar uma programação que propicie a colisão entre o protótipo do caminhão e o protótipo do carro	Testar e ajustar as soluções de programação; Testar e ajustar as soluções de estruturas desenvolvidas.	Identificar e interpretar funções matemáticas Utilizar relações de proporcionalidades Realizar as operações matemáticas, respeitando as regras Determinar suas quantidades de movimento, impulsos e velocidades

Esta atividade se divide 4 etapas, a primeira etapa intitulada como “*As Pesquisas e Planejamento*”, nesse momento os alunos são estimulados a pesquisar a respeito dos conceitos e representações matemáticas que envolvem e explicam a necessidade de



distâncias mínimas entre os veículos, de acordo com a velocidade e massa destes em uma rodovia. Nessa etapa apresenta-se um pequeno texto para orientar e contextualizar o tema, e uma série de três questionamentos são colocados para tal promoção, listados abaixo:

1.º Como seria a organização de um plano que possibilite entender as diferenças entre os pontos de início de frenagem de um carro e de um caminhão?

2.º Que fatores podem alterar o ponto de início dessas frenagens?

No sub passo desse momento, explicita-se aos alunos a necessidade de uma equipe e os três pontos que serão desenvolvidos para responder aos questionamentos, os quais listados abaixo:

- Pesquisar sobre os conceitos de quantidade de movimento, impulso, colisões e o cálculo dessas grandezas;
- Planear os protótipos com massas diferentes;
- Planear todos os itens necessários para determinar a quantidade de movimento e impulso associados a um caminhão e um veículo leve .

Esta etapa um, possui duas questões que propõe a reflexão, pesquisa e planejamento dos alunos, em torno dos conceitos físicos, representações matemáticas e engenharia, seguem questões propostas para tais proposições:

1) Qual seria o plano que possibilite entender as diferenças entre os pontos de início de frenagem de um carro e de um caminhão?

2) Que fatores podem influenciar o ponto de início dessas frenagens?  
(Descreva com sua equipe todas as necessidades e os sites pesquisados)

Na segunda etapa, o “*Projeto de um Protótipo*” os alunos são convidados a projetar modelos que representem os veículos, com a finalidade de testar as condições de determinação do Impulso, Quantidade de Movimento e as colisões entre os protótipos. Com a intenção de promover o interesse para tal projeto, um questionamento de reflexão, é realizado:

- Os pontos de frenagem podem ocorrer em diversos tipos de terrenos e situações. Agora pense, como construir estruturas confiáveis para os veículos?

Como norteador inicial, a esse questionamento inicial, disponibiliza-se ao aluno alguns direcionamentos:

- 1.º projetar dois protótipos: de um carro e de um caminhão;
- 2.º projetar duas carrocerias com massas diferentes para seus protótipos.

Na sequência, pede-se para que se organizem o pensar por meio de um projeto com etapas, antes da execução de fato. Orienta-se que este, pode ser feito no espaço indicado do material do aluno, ou no software gratuito LEGO *web designer*, para posterior inserção no espaço destinado ao projeto, no material do aluno.

Esse momento, o “*Refletindo e Revisando*”, se propõe uma reflexão dos passos anteriores, para assim realizar ajustes nesse percurso. Nesta etapa, é apresentado ao aluno um pequeno texto com o objetivo de propor de fato a revisão e reflexão, antes de avançar. Para tal etapa é proposto a comparação entre o design inicial, e o de fato produzido, além dos pontos mais difíceis do planejamento, e como podem melhorá-lo.

Na terceira etapa, a “*Programação dos Protótipos*” e o “*Desafio!*” se abre espaço para organização e programação dos robôs de modo que a elaborem para determinar a quantidade de movimento, o Impulso. Para isso, pede-se a descrição dos programas para que seja possível determinar a quantidade de movimento e impulso. O “*Desafio!*” é proposto que construam, dentro do ambiente de aprendizagem LEGO Mindstorms EV3, as programações, com base na descrição de seus programas. Como subsídio algumas orientações são descritas ao aluno:

- 1.º elaborar uma programação que desloque um dos protótipos, e, possibilite determinar a quantidade de movimento e impulso deste. (atente-se que medir a velocidade é relevante);

- 2.º elaborar uma programação que propicie a colisão entre o protótipo do caminhão e o protótipo do carro;

- 3.º testar e ajustar as soluções de programação e estruturas desenvolvidas.

Na quarta etapa, o “*Desafio Final*”, os alunos, necessitam determinar a velocidade, a quantidade de movimento e o impulso do protótipo que representa o caminhão. Nesse contexto a orientação que os alunos recebem, estão abaixo listadas:

- 1.º determinar a velocidade e quantidade de movimento;

- 2.º Ser possível determinar o Impulso.

Ainda na quarta etapa os alunos em “*Reunião de encerramento do projeto*” refletem sobre alguns pontos do desenvolvimento de seu projeto. Para esse momento, é apresentado os seguintes pontos e questionamentos, para reflexão das lições aprendidas:

Coloque em ordem decrescente as etapas que julgaram que aprenderam mais.

Coloque em ordem decrescente as etapas que julgaram mais difíceis.

Quais pontos que a equipa percebe que melhorou após o projeto?

Em que acredita que a equipa precisará melhorar?

### Atividade o desafio das cidades

Na atividade “*O Desafio das Cidades*” (quadro 3.3), ao propor as soluções para que o protótipo realize uma curva, os alunos reforçam os conceitos anteriormente trabalhados, de forma que os conhecimentos prévios necessários giram em torno dos anteriormente explicitados.

Já em relação a programação, para as três primeiras atividades, os alunos devem ter conhecimentos prévios relacionados aos “blocos de estrutura” e utilização dos “blocos de sensores”, bem como a calibração destes no ambiente de aprendizagem Mindstorms EV3. O uso do LEGO Web Designer, nessa atividade, é opcional mas há necessidade de uma pré-organização dos alunos, que optarem por sua utilização, juntamente com o educador. Aspectos da Engenharia também necessitam do aluno uma disposição a teste de estruturas.

Quadro 3.3 das Metas Curriculares de Física presentes no Conjunto de atividades com abordagem STEM.

	<i>Science</i> (Ciência)	<i>Tecnology</i> (Tecnologia)	<i>Engineering</i> (Engenharia)	<i>Mathematics</i> (Matemática)
<b>O Desafio da Cidade</b>			Pesquisar sobre como fazer o protótipo realizar uma curva	
			Planejar todos os itens necessários	
	Aplicar os conceitos de Velocidade, Distância Percorrida e Deslocamento em funções matemáticas	Elaborar uma programação que desloque o protótipo, que possibilite o protótipo realizar a curva	para que o veículo realize a curva Planejar as alterações no protótipo de um carro para que realize a curva	Identificar e interpretar funções matemáticas Utilizar relações de proporcionalidades Realizar as operações matemáticas, respeitando as regras
			Testar e ajustar as soluções de programação	
			Testar e ajustar as soluções de estruturas desenvolvidas	

Esta atividade é composta de um único momento, o “Agora é com você e sua equipe!”, nesse momento os alunos são estimulados a aplicar os conceitos anteriormente atendidos, além de adaptar seu protótipo para que realize um movimento curvilíneo. Antes dessa etapa, apresenta-se um pequeno texto para orientar e contextualizar o tema, e um questionamento é apresentado para tal promoção, a qual, é listada abaixo:

1.º Que tal realizar um Upgrade para o veículo realizar curvas?

No sub passo desse momento, explicita-se aos alunos a necessidade de uma equipe e os três pontos que serão desenvolvidos para responder aos questionamentos, os quais listados abaixo:

- Pesquisar sobre como fazer o protótipo realizar uma curva;
- Planejar todos os itens necessários para que o veículo realize a curva;
- Planejar as alterações no protótipo de um carro para que realize a curva.

Na sequência, já no momento propriamente dito, orienta-se os alunos para construir de uma pista que apresente uma curva e que descrevam todas as necessidade e *websites* pesquisados.

Para encerrar essa atividade os alunos em “Reunião de encerramento do projeto” refletem sobre alguns pontos do desenvolvimento de seu projeto. Para esse momento, é apresentado os seguintes pontos e questionamentos, para reflexão das lições aprendidas: Coloque em ordem decrescente as etapas que julgaram que aprenderam mais.

Coloque em ordem decrescente as etapas que julgaram mais difíceis.

Quais pontos a equipe percebe que melhorou após o projeto?

Em que você acredita que a equipe precisará melhorar?

### **Atividade Tem Solução?**

Na quarta atividade, com o nome de “Tem Solução?” (quadro 04) os alunos são estimulados a identificar fatores de congestionamento, de forma que os conhecimentos prévios estão relacionados a capacidade de pesquisar e relacionar os conceitos anteriormente abordados nas atividades anteriores, cabendo aos alunos articularem, portanto, esses conhecimentos aos contextos selecionados para a proposição de soluções.

**Quadro 3.4 das Metas Curriculares de Física presentes no Conjunto de atividades com abordagem STEM.**

	<i>Science</i> (Ciência)	<i>Tecnology</i> (Tecnologia)	<i>Engineering</i> (Engenharia)	<i>Mathematics</i> (Matemática)
<b>Tem Solução?</b>	Aplicar os conceitos de Velocidade, Distância Percorrida e Deslocamento em funções matemáticas; Aplicar os conceitos do Impulso e Quantidade de Movimento em funções matemáticas.	Pesquisar sobre os principais motivos de um congestionamento Pesquisar sobre soluções existentes Selecionar e analisar vídeos sobre congestionamento	Determinar possíveis fatores do deslocamento apresentado nos vídeos	Utilizar relações de proporcionalidades Realizar as operações matemáticas, respeitando as regras

Esta atividade é composta de um único momento, onde os alunos selecionam dois vídeos que apareçam congestionamentos, nesse momento, são estimulados a aplicar os conceitos anteriormente trabalhados, além de pesquisar e propor fatores que provocam lentidões em vias destinadas aos veículos. Antes de cumprir essa etapa, apresenta-se um pequeno texto para orientar e contextualizar o tema na tentativa de instigar a pesquisa de fatores e proposições para solucionar congestionamentos. Com o objetivo de orientar os alunos, apresenta-se alguns pontos de atenção, listados na sequência:

- 1.º pesquisar sobre os principais motivos de um congestionamento;
- 2.º pesquisar sobre soluções existentes;
- 3.º selecionar e analisar dois vídeos sobre congestionamentos.

Esta etapa um, possui uma questão que propõe a reflexão, pesquisa e planejamento dos alunos, em torno dos fatores que podem influenciar o congestionamento, bem como a proposição de soluções, segue abaixo a questão:

Qual seria o plano para tornar possível a análise dos fatores de congestionamento e propor soluções? (Descreva com sua equipe todas as necessidades e os sites pesquisados)

Na sequência orienta-se os alunos a refletir, revisar e comparar suas propostas. Para tal, propõe-se uma análise e um questionamento, a seguir explicitado:

Analisar sua proposta inicial e descrever abaixo quais alterações necessárias foram necessárias até o resultado.

Discuta em equipe quais foram os pontos mais difíceis dos planejamentos. Como a equipe faria para facilitar os pontos mais difíceis?

Para encerrar essa atividade os alunos em “Reunião de encerramento do projeto” refletem sobre alguns pontos do desenvolvimento de seu projeto. Para esse momento, é apresentado os seguintes pontos e questionamentos, para reflexão das lições aprendidas: Coloque em ordem decrescente as etapas que julgaram que aprenderam mais.

Coloque em ordem decrescente as etapas que julgaram mais difíceis.

Quais pontos a equipe percebe que melhorou após o projeto?

Em que você acredita que a equipe precisará melhorar?

Em cada um desses momentos, se disponibiliza um período de 100 minutos. Reforça-se aqui, que as metas curriculares para esta atividade, já foram apresentadas no quadro 4 do tópico **Enquadramento Curricular**.

## **Dificuldades dos Alunos sobre a Cinemática, Impulso e Quantidade de Movimento**

Neste tópico se explicita, com base na revisão da literatura, as dificuldades dos alunos no processo de aprendizagem da Cinemática, Impulso e Quantidade de Movimento.

A Mecânica Newtoniana mesmo que historicamente inicie para os alunos pelas suas causas, ainda exige deles uma grande capacidade de reflexão do ponto de vista conceitual, para que a partir deste se consiga concretizar em representações matemáticas, mais especificamente, as equações polinomiais de 1º e 2º graus sendo esta segunda por si só, um campo de estudo do Ensino de Matemática devido os índices de baixo rendimento. Diversas abordagens ora estritamente conceitual, ora demasiadamente matemática exigem, dos alunos, a capacidade de transitar nesses dois “meios” para um bom entendimento acerca desse campo da Física. Não obstante, alunos se deparam com situações diárias completamente pertinentes ao estudo da Cinemática, Impulso e Quantidade de Movimento, e, por vezes falham nessa relação.

As falhas nas relações com situações cotidianas são reforçadas por Halloun e Hestenes (1985) ao explicitar que as dificuldades surgem quando as observações e experiências dos alunos entram em conflito com o que é apresentado nas aulas de Física, torna-se, portanto,

um dificultador. Ainda nesse contexto, Carmo (2006), Rosa e Rosa (2005), Sasserom (2010) e Papert (1985), salientam a falta contextos diretos e físicos dos movimentos Newtonianos para os alunos, reduzindo-os a momentos estritamente matemáticos, ou seja, fica no âmbito das manipulações das equações polinomiais de 1º e 2º graus. Alia-se a essas falhas, os dizeres de Rauber (2016) quando relata que as dificuldades se relacionam aos conceitos específicos e o alto nível de abstração.

Faria (2019, p.17) a respeito das dificuldades dos alunos na Mecânica Newtoniana, relata que:

“os estudantes confundem os conceitos de velocidade e aceleração, não sabem conceitos de Força e Força Resultante e atribuem à Força Normal ao mesmo valor da Força Peso, não relacionam Força e Movimento, não sistematizam os conhecimentos físicos, não sabem aplicar as leis newtonianas na resolução de problemas, não compreendem o significado gráfico de aceleração média, acreditam que corpos em contato, o de maior massa exerce maior força, que os corpos que empurram outros corpos também apresentam maior aplicação de força”

Inclui-se aqui também as afirmações de Carvalho e Vilani (1996), os quais retratam que os alunos se utilizam de conceitos espontâneos, quando promovem a equivalência entre força e movimento, choque e perda de movimento, força de impacto e massa incidente, ou fazem uso de modelos incompletos quando interpretam a colisão como total ou parcial de um determinado movimento, ao se referir da terceira Lei de Newton como forças independentes, ou ainda ao utilizar modos de raciocínio espontâneos quando preferem trabalhar com grandezas de sua percepção ante as teóricas, quando fazem uso de raciocínios com foco em uma única variável, entre outros pontos. Lozano e Cardenas (2002) corroboram o contexto de dificuldades dos alunos, quando afirmam que estes apresentam problemas na distinção entre teorias e modelos matemáticos das teorias e modelos físicos, bem como suas simbologias.

---

# CAPÍTULO 4

---

## **Métodos e procedimentos**

Tendo em vista responder as questões desta dissertação, optou-se por uma investigação mista. Dividimos o capítulo em questão com a primeira parte, fundamentando o tipo de estudo, por conseguinte explicita-se a caracterização dos participantes, como por exemplo a escola, turmas e instrumentos de recolha de dados que foram utilizados nessa dissertação. Finalizamos com a análise de dados, levando-se em conta categorias e subcategorias de análise, para dar conta da sistematização dos resultados em relação as questões norteadoras.

## **Método de Investigação**

A opção por um determinado tipo de investigação muito tem a ver com as características metodológicas, objetivos e das hipóteses que pretende investigar. Quando se pretende uma investigação baseada no contexto cotidiano (Seidman,2006), a vivência junto do sujeito ou do objeto de estudo faz-se necessária uma investigação qualitativa (Bogdan & Biklen, 1994). Mais recentemente, encontra-se autores como Merriam e Tisdell (2016) os quais também reforçam a ideia de que ao se adotar em uma pesquisa um enfoque qualitativo, busca-se entender significados relacionados aos indivíduos ou fenômenos nos quais estão inseridos.

Para complementar esse pensar Silverman e Marvasti (2008) afirmam que pesquisas qualitativas aumentam o poder de perceber o contexto, pois dá oportunidade de um maior entendimento das experiências que circundam os fatos educativos em estudo.

Creswell (2014), Merriam e Tisdell (2016) ainda com intuito de corroborar reforçam que quando se define o desenho de uma pesquisa qualitativa, há a busca por meio dos pontos de vistas e perspectivas dos envolvidos. Portanto, nesse processo observa-se uma característica indutiva, com produtos altamente descritivos, objetivando transmitir o aprendizado (Creswell, 2014).



Por outro lado, não se percebe consenso nos critérios de qualidade em design de investigações qualitativas (Tracy 2013; Gibbs, 2009; Patton, 2002). A quantidade de critérios, que são levados em conta também varia e não explicitaremos quais, por fugir do foco deste estudo, porém quantificaremos o número de itens relevantes para alguns autores. Para Guba (1981) são quatro itens. Miles, Huberman e Saldanha (2014) consideram cinco itens relevantes. Isso explicita os diversos consensos existentes para a determinação dos critérios de qualidade de uma pesquisa qualitativa. No entanto, nota-se pontos comuns entre estes critérios, o de que deva existir um método que seja capaz de atender os critérios de qualidade (Merriam & Tisdell, 2016; Creswell, 2014; Tracy, 2013; Gibbs, 2009; Patton, 2002; Guba, 1981).

Alia-se a esses fatos descritos acima, o fator de dependência das virtudes do investigador, outro fator é a influência da subjetividade deste no processo investigativo, além de uma grande dificuldade em se generalizar, uma vez que o percurso investigativo retrata pontos específicos (Denzin & Lincoln, 1998).

Em contraponto a essa especificidade estão as investigações quantitativas, que para Rahman (2017) não há necessidade de um contato entre o objeto de estudo e o investigador, busca-se, a regularidades que são tratadas como variáveis e encaradas com foco estatístico. Lai, Ho e Chung (2018) complementam que os aspectos da pesquisa quantitativa quando afirma que os métodos quantitativos são menos vulneráveis ao viés teórico dos dados. Savela (2017) corrobora esse pensar quanto explicita que o método quantitativo consegue demonstrar padrões e tendências importantes ao passo que o qualitativo, não. Ainda para os mesmos autores citados neste parágrafo, a generalização que se pode atingir impede visões erradas no processo investigativo. No entanto, em investigações quantitativas, não se consegue uma profundidade nos detalhes das informações, uma vez que há um limite na categorização havendo por consequência perdas de informações onde a diferenciação é tênue (Sandelowski, Voils, & Barroso, 2006).

Para Chiang-Hanisko, Newman, Dyess, Piyakong e Liehr (2016) métodos mistos podem ser muito eficazes para responder uma determinada questão. Ao se fazer uso destas duas abordagens têm-se a vantagem de aprofundar sobre um determinado fato ao mesmo tempo que se tem acesso a padrões mais gerais (Paranhos, da Rocha, da Silva Junior & Freitas, 2016). Para reforçar esse pensar Fetters (2017), Doorenbos (2014) e Creswell (2010) salientam a importância do rigor e do respeito do espaço tempo de cada uma das abordagens, ou seja, se deve respeitar, dentro do design de pesquisa, suas peculiaridades

de modo separado para não se perder o rigor dos aspectos metodológicos que caracterizam os parâmetros de uma pesquisa mista. Dentro desta perspectiva, a do design de investigação mista, para Fetters (2017) e Dorenbos (2014) existem sete tipos de desenhos mistos, os quais aqui também não são percorridos por atenção à manutenção do tema desta dissertação. Creswell (2010) salienta que, em teoria, deve-se dar a mesma importância para as partes qualitativa e quantitativa em design investigativo, no entanto, do ponto de vista prático acaba-se, usualmente, por enfatizar-se uma ou outra.

Rutberg e Bouikidis (2018) retratam o aspecto de complementariedade à utilização dos métodos quantitativos e qualitativos em conjunto, no sentido que ajudam numa convergência e consistência dos dados, uma vez que com o uso de diferentes técnicas soma o espectro de perspectivas detalhadas aos padrões mais gerais. O Ponto de vista anterior, também é partilhado por Paranhos, Filho, da Rocha, da Silva e Freitas (2016). Ainda para Paranhos, Filho, da Rocha, da Silva e Freitas (2016) existe uma “setorização” entre uma abordagem e outra entre os pesquisadores, o que dificulta a ampla aplicação de estudos mistos.

Nesta dissertação transita-se pelo quantitativo, com estudos estatísticos oriundo de questionários, e pelo qualitativo que se dá pela majoração do paradigma interpretativo, fazendo uso de registros escritos dos alunos, entrevista e observação não participantes, caracterizando-se por um estudo misto.

## **Participantes e escola**

Os alunos que participam desta investigação pertencem ao 9.º ano de uma unidade de Ensino localizada na cidade de Porto Alegre, região sul do Brasil. Trata-se de uma unidade de ensino localizada dentro do campus de uma universidade privada. Esta unidade faz parte de uma rede ensino com mais 18 unidades e oferece ensino do 1º ao 3º ciclo há mais de 60 anos. É uma unidade de ensino envolvida com inovação pedagógica e tecnológica onde comumente, participa de pesquisas e projetos conjuntos com universidades públicas e privadas. A estrutura de laboratório é acima da média dos padrões brasileiros, pois além de possuir laboratórios fixos, também se faz presente laboratórios móveis e ampla variedade de materiais e em quantidade suficiente.

A turma de alunos que participam é de 48 alunos, das quais 22 são meninas e 26 são meninos, a diversidade étnica não é acentuada dada as dimensões brasileiras e a natural miscigenação étnica característica do Brasil. A diversidade financeira não foi observada, dada a característica estrutural da unidade de ensino, bem como o valor da mensalidade paga mensalmente.

## **Recolha de Dados**

O trabalho de investigação fez uso de questionário, registro escrito dos alunos, entrevista e observação não participantes. Com base nesses instrumentos de recolha de dados, recorreu-se a uma triangulação com intuito da manutenção de validade dos dados recolhidos. Na sequência, com o interesse de balizar a opção dos instrumentos de recolha de dados, bem como, a maneira como foram utilizados nesta dissertação, apresenta-se uma fundamentação teórica.

## Questionário

A construção de questionários permeia diversos aspectos prévios para que sejam caracterizados como uma ferramenta crível e que gere resultados confiáveis. Nessa perspectiva, para reforçar os aspectos levantados citamos Willians, Kurtek e Sampsom (2011) que afirmam a necessidade de se considerar a ideia de construí-lo em etapas, e, de forma estratégica. Agrega-se aqui a necessidade de uma triangulação entre métodos para que este, consiga chegar a uma conceituação plausível e muito próximo de um construto teórico (Glynn, Taasobshirazi, & Brickman, 2008).

Com a hipótese de perceber a relevância de forma estratificada, optou-se pela escala Likert, onde os alunos podem graduar o grau de concordância (discordo totalmente, discordo parcialmente, não concordo nem discordo, concordo parcialmente e concordo plenamente), com um total de 30 itens distribuídos em 14 itens específicos da Física, e, no campo das Ciências, 16 itens optou-se pelos campos da relevância, interesse e sua ação social diante dos pressupostos e problemas científicos, baseados nos critérios de Promoção do Sucesso Escolar de Portugal. No âmbito da relevância, centra-se nos aspectos do que os alunos “significam” no ato de aprender e de visualizar o conhecimento dito científico, em seu contexto de cotidiano real da Física, o que é corroborado por (Koktas, Holbrook, & Hamikäe, 2016).

Ao se tentar verificar a questão do envolvimento no campo cognitivo, aspira-se avaliar os alunos em tópicos Física, e, admite-se tratar de um campo complexo, onde o nível de organização mental exigido dos alunos é alto, o que vincula de certa forma o nível de exigência conceitual da prática pedagógica (Calado, Neves & Moraes, 2013), também tem-se a pretensão de analisar no campo emocional, relevante primordial, o que é corroborado pelos dizeres de Saarny (1999), a qual, afirma o imbricamento entre a sabedoria e a competência socioemocional, e, ainda vai além ao também afirmar que para o caminho da sabedoria passa primeiro por ser competente emocionalmente, este pensar é complementado por Goleman (1999) e Bisquerra (2000, p.245).

Na perspectiva da ação social, Sasseron (2015) afirma que é preciso que se aborde com os alunos o sentimento de pertença na sociedade, bem como, o reconhecimento dos problemas existentes e como se posicionar diante destes na perspectiva social, para complementar Bencze e Sperling (2012) inserem ainda a relevância dos aspectos

ambientais e ético-morais, o que corrobora com a Base Nacional Comum Curricular (2018 p.319) que versa sobre a necessidade da compreensão e interpretação do mundo natural, social e tecnológico, e a capacidade de transformá-lo “nos aportes teóricos e processuais das ciências”, neste cenário, portanto, foca-se na avaliação das competências ao nível científico e no envolvimento dos alunos na tomada de decisão ou ação na comunidade de forma responsável visando que se posicionem nos assuntos sociais, ambientais e ético-morais.

## **Documentos escritos**

Quando se pensa na relação entre os escritos do investigador e dos alunos, o primeiro citado, nos dizeres de Larossa (2016, p.69) revela ser um exercício de “alteridade” [...], um estar com o outro e entre o outro[...], mais poeticamente Kerscher (2017), e, ainda sobre esse primeiro, o investigador, retrata o fato de que há “folhas-ideias” ao nosso encontro, que nos motivam e de certa forma impacta em como explicitamos os contextos que nos passam. Num contexto mais acadêmico, Bogdan e Biklen (1994) reforçam o pensar anterior ao afirmar que o conjunto de materiais produzidos por ambos são fontes de dados relevantes e pertinentes, ainda, para eles, os documentos válidos podem ser caracterizados como oficiais e pessoais. O primeiro está acerca dos produzidos pela gestão escolar e nem sempre estão disponíveis ao investigador, o segundo, os pessoais, acabam por traduzir os registros dos alunos com o intuito de corroboração e comparação com instrumentos diferentes destes (Aires, 2015), logo esse documentos servem como espaço de publicação individual ou em grupo, por parte destes alunos, que mesmo por intermédio de materiais didáticos, continuam válidos para uma reflexão das atividades desenvolvidas, e, diante disso, procurou-se um levantamento por meio de recolha de dados nesse âmbito.

## Entrevistas

Está posto que a utilização da entrevista em uma pesquisa deve ter uma intencionalidade, elas podem ser caracterizadas como estruturada, semiestruturada e aberta (Burton & Barlet, 2005; Afonso, 2005; Romanelli, 1998). Ainda para esses autores, deve-se atenção, cuidado e prévia reflexão para sua aplicação. Nesse contexto, Romanelli (1998) atenta sobre a presença da questão subjetiva, que deve ser explicitada e regida por tecnologias metodológicas e “recursos teóricos”. Sendo assim, nos dizeres de Bogdan e Biklen (1994) o modelo de entrevista está intimamente interligado ao objeto de investigação. Leonardos e Britos (2001, p.27) complementam o pensar, ao afirmar que escolher o “equipamento operacional e conceitual” se baseia na relação entre a razão do estudo e a personalidade do investigador, em complemento, Romanelli (1998) atenta que o investigador não deve se desconfortar ao retirar as informações dos entrevistados sem lhe dar nada em troca pois, por definição, a entrevista é uma troca e sempre se dispõe ao entrevistado a possibilidade da autorreflexão. Leonardos e Britos (2001) também afirmam a relevância da explicitação e justificativas procedimentais e os caminhos das sistematizações e obtenções das informações. Fontana e Frey (1994) corroboram o uso de entrevistas ao relatar a viabilidade do uso desta técnica para investigações mistas.

Explicitando então, o tipos de entrevistas, iniciamos com a estruturada, na qual, nos dizeres de Afonso (2005), os objetivos do estudo não devem ser muito explicitados afim de evitar influencias nestes, a priori, as questões são previamente elaboradas, com pouca margem de flexibilização, e o intuito destas entrevistas, em geral, tem cunho quantitativo, porém, servem para aferição do cambio optativo dos entrevistados.

De acordo como Afonso (2005), a entrevista não estruturada segue com a intencionalidade no entrevistado, sendo assim foca na espontaneidade do entrevistado e do ritmo estabelecido entre este e o entrevistador, existe a possibilidade da extração de uma grande gama de informações pelo fato dela, não possuir questões específicas. Complementam e reforçam esse pensar Bogdan e Biklen (1994) ao implementar a ideia do reforço e clarificação conteúdos de modo eficaz, por meio de complementos, retomadas, entre outros pontos. A entrevista semiestruturada segue se aproxima do modelo da entrevista aberta ou não estruturada, a diferença reside no fato de se intenciona um tema, com um roteiro de entrevista previamente organizado (Afonso, 2005).

Aires (2015) relata desvantagens e vantagens no quantitativo de entrevistados, pode se optar por um grupo focado ou uma entrevista com apenas um entrevistado, ainda para Aires o modo de se estruturar a entrevista não diferem. Patton (2002) destaca que o número de entrevistados num grupo focado deve ter entre 6 e 10 participantes. Adiciona-se a essa informação, a equiparação desse momento ao contexto de seu dia-a-dia, para garantias comparáveis ao seu cotidiano real (George, 2012; Aires, 2015).

Para os autores acima citados, algumas vantagens podem ser observadas, como por exemplo, a viabilização de discussões coletivas e motivações oriundas de dinâmicas, dando caminho a possibilidades mais complexas ante as entrevistas individuais. Outro ponto relevante visto como positivo pelos autores é a possibilidade da retirada de mais informações com um público mais abrangente. Patton (2002) completa esses aspectos positivos, ao relatar a potencialização da confiança adquirida pelo investigador junto aos entrevistados, pois fomenta o ambiente para as partilhas de ideias, crenças e atitudes. Outro ponto relevado, para o autor acima é a necessidade de correções para parametrizar pontos de pouca credibilidade. Outro fator de importância é a destreza do entrevistador com o intuito de dirimir algum perfil mais introspectivos por parte de alguns entrevistados também é citada por Patton. Seidman (2006) introduz um pensar que corrobora os anteriores ao relatar que a entrevista aumenta o acesso ao contexto do comportamento das pessoas e seus significados.

As desvantagens dessa técnica estão em temas de grande aprofundamento pessoal, o tempo que os entrevistados têm para responder, além do estudo se tornar menos abrangente (Patton, 2002; Kaplowitz, 2000).

Nesta dissertação optou-se pela entrevista semiestruturada em grupo focado. Balizou-se esta por um roteiro de perguntas previamente construído (Apêndice B), as questões foram introduzidas observando andamento da entrevista. A entrevista foi previamente organizada e agendada de acordo com a disponibilidade dos alunos dentro da unidade de ensino em dois momentos, sendo um total de 48 alunos. Sendo 22 alunos do sexo feminino e 26 do sexo masculino.

## **Observação**

A observação, como constituinte de uma investigação, apresenta um foco na retirada específica de informações, relativas ao objeto de estudo, sendo assim, presume-se uma intencionalidade, sistematização com graus de controlo diferenciados (Aires, 2015; Reyna, 1997; Lüdke, 1986). Desta graduação, podemos ter uma observação estruturada ou não estruturada, o nível de participação também pode variar indo da participativa a não participativa, com base nestas graduações, diferentes tipos de observações podem ser observados. Ainda para Aires (2015) e Lüdke (1986), é possível verificar questões mais intrínsecas, dada proximidade entre o investigador/observador e o observado, Danna e Mattos (2006) reforçam a ideia, ao salientar que são registrados os dados de interesse da pesquisa. Porém, segundo Aires (2015), uma maior subjetividade pode se instaurar, atuando de forma positiva ou negativa, o que depende da destreza do investigador, mesmo assim, como complementação ao raciocínio, a utilização deste instrumento de pesquisa pode ser associada ao conjunto de dados recolhidos (Rossman & Rallis, 2012).

O contexto de observação, cria ambiente para a descrição contínua dos fatos (Danna & Mattos, 2006), ou seja, em contexto natural ou artificial de sua manifestação (Reyna, 1997) onde, com base nos dizeres de Bogdan e Biklen (1994), as observações se apresentam de duas maneiras, reflexiva ou descritiva. Ainda para os mesmos autores, quando se apresentam descritivas, observa-se uma caracterização bem densa do contexto, local, indivíduos entre outros pontos, já na abordagem reflexiva, os autores afirmam que se encaminha para questões, por vezes, no campo emocional e expressão dos sentimentos da arte do investigador, digressões, impressões etc. Em ambos os casos pode-se fazer uso de notas de campo, vídeos, áudio e fotografias desde que consentido por parte dos observados.

## **A triangulação de dados**

No processo investigativo, a escolha de instrumentos adequados são balizadores, nesta perspectiva, para que o conjunto de dados tenha uma resposta satisfatória nos seus diversos campos, técnicas diferentes podem garantir diversas perspectivas das informações recolhidas durante a investigação.



Para fundamentar esse pensar Silverman e Marvasti, (2008), Creswell e Clark (2007) relatam que técnicas diferentes podem demonstrar pontos em comum, corroborando resultados obtidos, como complemento Creswell e Tashakkori (2007) discorre sobre os tipos de triangulações que podem ser realizadas durante a recolha de dados no processo investigativo, neste foco, Aires (2015) explicita alguns tipos de triangulações como a de fontes, a temporal, a teórica e de contexto cultural. Ainda para Aires (2015), as triangulações servem para apurar e vislumbrar as diversas “faces” do que se está sendo investigado.

Com base no descrito acima, recorreu-se a triangulação de dados e de investigadores. O processo de triangulação ocorre quando se recorre a recolha de dados por meio de diversos instrumentos na busca de cada uma das questões que norteiam essa dissertação. A primeira questão se relaciona a relevância que dão às aulas de Física, para a busca de respostas, utilizou-se na recolha de dados, questionários eletrônicos, relatos escritos e a entrevista com alunos e professor da disciplina. Em busca de respostas para as outras duas questões desta investigação fazem-se uso de registros escritos, entrevista e observação (notas de campo), a triangulação ocorre com a análise de dados de alguns pesquisadores, nomeadamente a outros alunos de mestrados e orientador da pesquisa.

## **Análise de Dados**

Os processos de estudos investigativos, requerem técnicas diferente de recolhas de dados, no entanto, é primordial uma análise compatível com dados, com intuito de se estabelecer uma confiabilidades das informações obtidas em relação ao questionamentos construídos na proposta de investigação, sendo assim a propomos nesta investigação um seccionamento dissertativo e prático para dissertar de modo conciso.

Se propôs, portanto, analisar a primeira questão com o enfoque em como é relevante ao aluno as aulas na componente de Física, para a recolha de dados no âmbito da primeira questão, construiu-se um questionário em formato eletrônico, entrevistas e materiais escritos pelos alunos. Com o intuito de uma validade do espectro utilizado na graduação, tomou-se por referência a análise dos componentes Principais (ACP), no Programa Nacional de Sucesso escolar de Portugal (PNSE -2016 a 2019) e alia-se a isso a validação dos itens do questionário em alunos do Ensino básico, na busca de informações cruciais em variáveis que possuem relação, para Maroco e Marques (2006), mais estatisticamente falando, a fiabilidade dos dados que se relacionam a uma medida, em um erro “intra-

sujeito”, ajuda nas inferências sobre a fiabilidade devido a variância que se pode observar “intra e inter-sujeitos”, ou seja quanto maior a variância mais informações podem ser observadas. Ainda para um dos autores, Maroco (2007), se torna relevante abordar quando se tem por foco uma redução de variáveis que se correlacionam. Nesta dissertação, optou-se por uma análise em separado, 11 variáveis na componente de Física, e outras 15 variáveis no âmbito das Ciências, o contexto de aplicação que se verificou foram que as variáveis apresentam o seguinte valor quando se utiliza a matriz de correlação nas variáveis, em cada subescala:

- i) As variáveis que admitem uma abordagem sob o foco quantitativo, com variabilidade dos itens respondidos;
- ii) As variáveis apresentam os seguintes valores quando se utiliza a matriz de correlação nas variáveis, em cada subescala (Física: K.M.O.= 0,500; em Ciências: K.M.O.= 0,500)

Com base nos critérios da variância demonstrada, quer basear-se no critério de Cattell adota-se a exclusão de três variáveis em cada uma das subescalas. Ao se considerar a subescalas da Física, cinco variáveis, e, em Ciências em Geral, 14 variáveis, uma vez que se observa uma comunalidade inferior/superior a 0,5.

Ao se realizar o cálculo da média das variáveis de maior peso em cada componente, vide tabelas, na sequência:

**Quadro 4.1 – Dimensões elaboradas que se relacionam com a Física e Ciências, os itens e a sua consistência interna, antes e depois da intervenção.**

<b>Dimensões</b>	<b>Questões que compõem a dimensão</b>	<b>Consistência interna das variáveis (alfa de Cronbach)</b>	
Gosto por Física	Q.1 Gosto de aprender física	Antes da	Depois da
	Q.2 Me interesse por conversar sobre Física	realização das atividades	realização das atividades
	Q.4 Nas aulas, os temas de Física abordados são interessantes	STEM	STEM
	Q.11 Me interesse pelas aulas de Física, pois me ajudam a perceber o cotidiano	$\alpha=0,917$	$\alpha=0,889$
A relevância das aulas de Física	Q.7 AOS estudar Física, a relaciono a situações do meu dia-a-dia	Antes da realização das atividades	Depois da realização das atividades
	Q.9 Noto que ao estudar Física posso alterar alguns hábitos que favorecem minha saúde	STEM $\alpha=0,924$	STEM $\alpha=0,990$

**Quadro 4.2 – Dimensões elaboradas que se relacionam com a Física e Ciências, os itens e a sua consistência interna, antes e depois da intervenção.**

<b>Dimensões</b>	<b>Questões que compõem a dimensão</b>	<b>Consistência interna das variáveis (alfa de Cronbach)</b>	
Dificuldade em Física	Q.5 Ao me deparar com alguma dificuldade em Física, logo pergunto a um colega	Antes da realização das atividades	Depois da realização das atividades
	Q.6 Quando percebo que uma atividade de Física é difícil, me direciono apenas as questões mais fáceis	STEM $\alpha=0,637$	STEM $\alpha=0,809$

**Quadro 4.3 – Dimensões elaboradas que se relacionam com a Física e Ciências, os itens e a sua consistência interna, antes e depois da intervenção.**

<b>Dimensões</b>	<b>Questões que compõem a dimensão</b>	<b>Consistência interna das variáveis (alfa de Cronbach)</b>	
Aluno como promotor de mudança social	Q.25 Busco a informações de problemas locais para tentar contribuir com uma solução	Antes da realização das atividades STEM	Depois da realização das atividades STEM
	Q.26 Estudar Ciências e/ou Física me ajuda no entendimento dos problemas de minha região	$\alpha=0,584$	$\alpha=0,659$
Aluno vê relevância da Ciência	Q.16 Percebo melhor o mundo à medida que entendo sobre Ciências	Antes da realização das atividades STEM	Depois da realização das atividades STEM
	Q.17 As pessoas de um modo geral devem ter opinião a respeito da Ciência	$\alpha =0,972$	$\alpha = 0,993$

Explicitando a intencionalidade dos construtos/dimensões acima, em tabela abaixo:

**Quadro 4.4 – Explicitação dos construtos/Dimensões.**

<b>Construtos/Dimensões</b>	<b>Descrição dos Construtos/ Dimensões</b>
Gosto por Física	Graduação do nível de envolvimento dos alunos, evidenciados pela manifestação de interesse e empenho nas aulas de Física
A relevância das aulas de Física	Graduação dada pelos alunos ao dar sentido aos contextos de aprendizagem em Física e a relação que fazem com estes em seu cotidiano
Dificuldades em Física	Graduação dada pelos alunos quanto a dificuldades nas aulas de Física
Aluno como promotor de mudança social	Graduação da mobilização do aluno na mudança da sociedade e de sua região
Aluno vê relevância da Ciência	Graduação da importância dada pelo aluno da Ciência na sua região e para si

Adotou-se como critério em todas as análises, o nível de significância  $\alpha < 0,05$ . Os índices apresentados tiveram como finalidade avaliar o nível interesse, a relevância, a promoção de mudança social. Na sequência desta análise, realiza-se a análise dos conteúdos oriundos da escrita dos alunos e das entrevistas, atentando para pontos onde pode-se observar os construtos ou dimensões que se explicitam da geração de informações do questionário.

Para a segunda questão deste trabalho objetivou-se a análise de documentos entregues e utilizados pelos alunos, entrevistas e notas de campo, notadamente, as quais se fizeram explícitas as dimensões ou construtos subdivididos e explicitados no quadro abaixo.

**Quadro 4.5 – Subdivisões analisadas a partir dos Construtos ou dimensões elaboradas no contexto da questão: “Que dificuldades na aprendizagem da Cinemática, Impulso e Quantidade de Movimento sentem os alunos quando envolvidos numa abordagem STEM?”**

<b>Construtos ou dimensões</b>	<b>“sub construtos” ou “sub dimensões”</b>
<b>Campos dos Raciocínios</b>	Formas de justificar
	Formas de concluir
<b>Campos Processuais</b>	Formas de Planejamento
	Formas de Representação
	Modos de Execução
<b>Relações STEM</b>	Presença de conceitos STEM

Para a terceira questão que se investigou, também se optou pela mesma abordagem da questão anterior, sendo assim, também utilizou-se documentos entregues e utilizados pelos alunos, entrevistas e notas de campo, notadamente, as quais se fizeram explícitas as dimensões ou construtos subdivididos que também optou-se por explicitar no quadro abaixo.

**Quadro 4.6 – Subdivisões analisadas a partir dos Construtos ou dimensões elaboradas no contexto da questão: “Que aprendizagens sobre a Cinemática, Impulso e Quantidade de Movimento desenvolvem nos alunos quando envolvidos numa abordagem STEM?”**

<b>Construtos ou dimensões</b>	<b>“sub construtos” ou “sub dimensões”</b>
<b>Campos Conceituais</b>	Velocidade
	Variação de velocidade
	Distância Percorrida e deslocamento
	Impulso e Quantidade de Movimento
	Conceitos do STEM
<b>Campos dos Raciocínios</b>	Argumentos conceituais da Física escritos
	Argumentos lógicos Físico/matemáticos
	Argumentos gerais

---

## CAPÍTULO 5

---

### **Resultados**

Os resultados visam explicitar os caminhos e respostas para as três questões orientadoras desta investigação. O capítulo está organizado de acordo com as questões norteadoras, ou seja, a relevância atribuída pelos alunos às aulas de Física, suas dificuldades e quais aprendizagens se alicerçam durante a aprendizagem da Cinemática, Impulso e Quantidade de Movimento, quando envolvidos numa abordagem STEM. Buscou-se uma categorização, a qual, foi demonstrada no quadro 4.1 do capítulo anterior. Na sequência, apresenta-se interpretações, reflexões, entrevistas e observações, todas realizadas ao longo do ato de investigar e dissertar. Optou-se pela divisão em seções no número relativo as questões orientadoras, no caso, três.

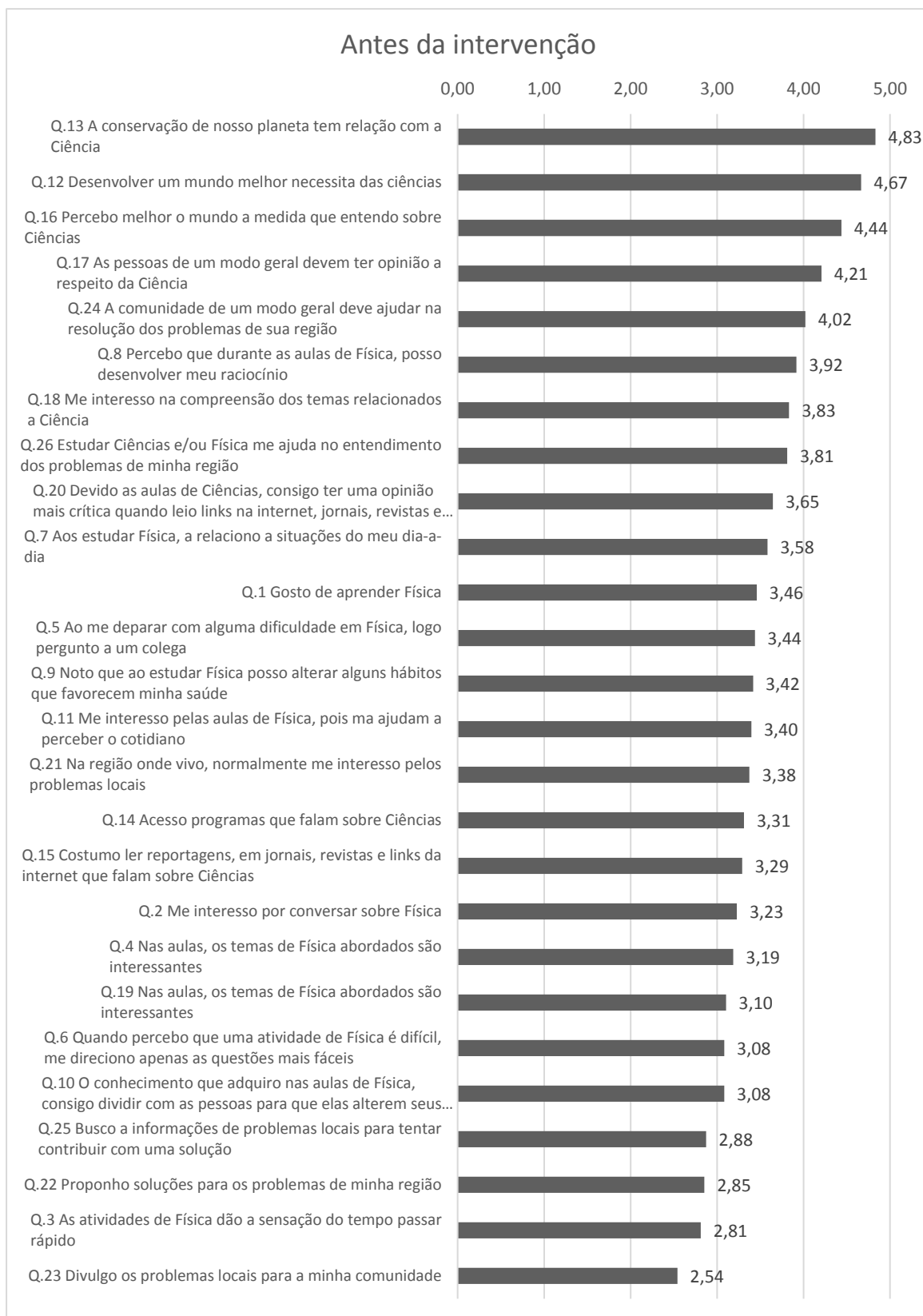
#### **As aulas da componente de Física e sua relevância para os alunos**

Na busca por repostas a primeira questão norteadora desta atividade investigativa, nomeadamente a relevância que os alunos atribuem às aulas de Física, optou-se pela análise dos questionários dos alunos em dois momentos, antes da intervenção e após a intervenção. Utilizou-se como base entrevistas em *grupo focado* e escritas dos alunos oriundas de reflexões próprias.

#### **As Ciências suas relações e relevância para os alunos**

Com base no questionário disponibilizado, via questionários eletrónico, se pode observar algumas relações já fundamentadas, antes de qualquer intervenção.

**Figura 5.1 – Média das respostas dos alunos, para cada questão, antes da intervenção – Média teórica igual 3,51.**





Ao analisar as médias relativas ao momento antes da intervenção, as percepções globais dos alunos, sobre Ciências são perceptíveis. Nomeadamente explicitadas pelas concordâncias no “papel” da importância das Ciências na manutenção das condições do Planeta Terra (Q.13 com média de 4,83), no desenvolvimento de um mundo melhor (Q.12 com média de 4,67), no entendimento dos assuntos sobre Ciências (Q.16 com média de 4,44), sobre a importância de uma opinião a respeito das Ciências (Q.17 com média de 4,21).

Ainda, próximo da média 4, pelo limite superior, a questão 24 (média 4,02) que fala respeito de a comunidade de um modo geral ter que ajudar na resolução dos problemas de sua região se apresentou com grande concordância entre os alunos. Muito próximo a média 4, só que pelo limite inferior, seguem as questões Q.8 (média 3,92), que se relacionam ao fato de a Física desenvolver o raciocínio, Q.18 (média 3,83) a qual, versa sobre o a compreensão dos temas relacionados a Ciência, a Q.26 (média 3,81) relacionada ao ato de relacionar o estudo de Ciências ou Física ajuda no entendimento dos problemas de minha região.

Próxima a média teórica, pelo limite superior a Q.20 (3,65), onde visa verificar a concordância dos alunos que relacionam as aulas de Ciências a construção de uma opinião crítica, ao ler ou ver algum assunto em links, televisão, revistas, entre outros meios de comunicação e , Q.7 ( média 3,58) Ao estudar Física, a relaciono com situações do meu dia-a-dia.

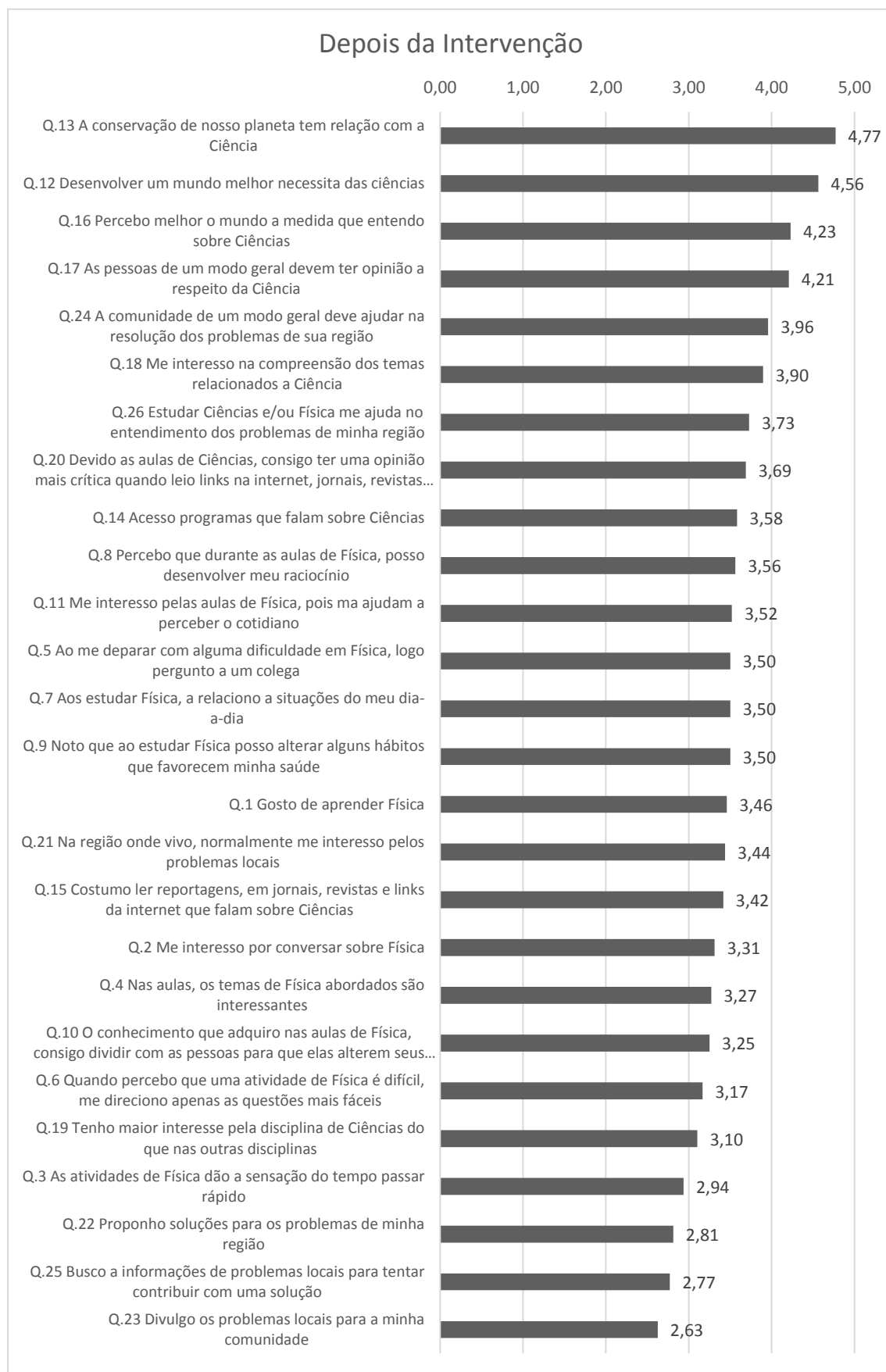
Se aproximando do limite inferior da média teórica de concordância, apresenta-se as questões Q.1 (média 3,46) relacionada ao gosto pela Física, Q.5 (média 3,44) que verifica o grau de concordância dos alunos ao se deparar com dificuldades em Física e a dependência de acionar um colega sala, a Q.9 (média 3,42) relacionada ao fato de a Física auxiliar em mudanças de hábitos vinculados à saúde.

Mais distante da média teórica relacionado ao grau de concordância, mais ainda na casa dos três pontos estão as questões Q.11 (média 3,40) me interesse pelas aulas de Física, pois me ajudam a perceber o cotidiano Q.21 (média 3,38) me interesse por conversar sobre Física, Q.14 (média 3,31) acesso programas que falam sobre Ciências, Q.15 (média 3,29) Costumo ler reportagens, em jornais, revistas e links da internet que falam sobre Ciências, Q.2 (média 3,23) me interesse por conversar sobre Física, Q.4 (média 3,19) nas aulas, os temas de Física abordados são interessantes, Q.19 (média 3,10) nas aulas, os temas de Física abordados são interessantes, Q.6(média 3,08) quando percebo que uma atividade de Física é difícil, me direciono apenas as questões mais fáceis, Q.10 (média

3,08) conhecimento que adquiro nas aulas de Física, consigo dividir com as pessoas para que elas alterem seus hábitos.

As questões que se observam a concordância abaixo dos três pontos são as questões Q.25 (média 2,88) busco por informações de problemas locais para tentar contribuir com uma solução, Q.22 (média 2,85) proponho soluções para os problemas de minha região, Q.3 (média 2,81) as atividades de Física dão a sensação, do tempo passar rápido e Q.23 (média 2,54) divulgo os problemas locais para a minha comunidade.

**Figura 5.2 – Média das respostas dos alunos, para cada questão, depois da intervenção – Média teórica igual 3,53.**



Os dados após a intervenção reforçam algumas tendências anteriormente demonstradas, ao compararmos a sequência das questões antes e depois podemos perceber algumas alterações no grau de concordância, demonstrado na tabela comparativa abaixo:

**Quadro 5.1 – Comparativo geral simples e com desvio padrão das questões respondidas antes e depois da intervenção.**

Dimensões ou Construtos	Questões respondidas pelos alunos	Média antes da intervenção	Média depois da intervenção	Comparativo simples	Desvio padrão entre um momento e outro
Gosto Pela Física	Q.1	3,46	3,46	Manteve	0,000
Gosto Pela Física	Q.2	3,23	3,31	Aumentou	0,040
Gosto Pela Física	Q.3	2,81	2,94	Aumentou	0,065
Gosto Pela Física	Q.4	3,19	3,27	Aumentou	0,040
Dificuldade em Física	Q.5	3,44	3,50	Aumentou	0,030
Dificuldade em Física	Q.6	3,08	3,17	Aumentou	0,045
Relevância das aulas de Física	Q.7	3,58	3,50	Diminuiu	0,040
Relevância das aulas de Física	Q.8	3,92	3,56	Diminuiu	0,180
Relevância das aulas de Física	Q.9	3,42	3,50	Aumentou	0,040
Relevância das aulas de Física	Q.10	3,08	3,25	Aumentou	0,085
Gosto Pela Física	Q.11	3,40	3,52	Aumentou	0,060
Aluno vê relevância da Ciência	Q.12	4,67	4,56	Diminuiu	0,055
Aluno vê relevância da Ciência	Q.13	4,83	4,77	Diminuiu	0,030
Aluno Interessado pela Ciência	Q.14	3,31	3,58	Aumentou	0,135
Aluno Interessado pela Ciência	Q.15	3,29	3,42	Aumentou	0,065
Aluno vê relevância da Ciência	Q.16	4,29	4,23	Diminuiu	0,030
Aluno vê relevância da Ciência	Q.17	4,21	4,21	Manteve	0,000
Aluno vê relevância da Ciência	Q.18	3,83	3,90	Aumentou	0,035
Aluno Interessado pela Ciência	Q.19	3,10	3,10	Manteve	0,000
Aluno vê relevância da Ciência	Q.20	3,65	3,69	Aumentou	0,020
Aluno como promotor de mudança social	Q.21	3,38	3,44	Aumentou	0,030
Aluno como promotor de mudança social	Q.22	2,85	2,81	Diminuiu	0,020
Aluno como promotor de mudança social	Q.23	2,54	2,63	Aumentou	0,045
Aluno como promotor de mudança social	Q.24	4,02	3,96	Diminuiu	0,030
Aluno como promotor de mudança social	Q.25	2,88	2,77	Diminuiu	0,055
Aluno como promotor de mudança social	Q.26	3,81	3,73	Diminuiu	0,040

Com base no desvio padrão dos itens antes e depois da intervenção, obtém-se um espectro de aumento, diminuição e manutenção no grau de concordância dos alunos antes e depois da intervenção.

**Quadro 5.2– Comparativo geral simples e com desvio padrão das questões respondidas antes e depois da intervenção, na dimensão Gosto pelo Física.**

Dimensões ou Construtos	Questões respondidas pelos alunos	Média antes da intervenção	Média depois da intervenção	Comparativo simples	Desvio padrão entre um momento e outro
Gosto Pela Física	Q.1	3,46	3,46	Manteve	0,000
	Q.2	3,23	3,31	Aumentou	0,040
	Q.4	3,19	3,27	Aumentou	0,040
	Q.11	3,40	3,52	Aumentou	0,060

Após a intervenção observa-se uma manutenção na Q.1 (Gosto de aprender Física), seguido por aumentos no grau de concordância, mesmo que por desvios baixos nas questões Q.2(Me interesse por conversar sobre Física), Q.4(Nas aulas, os temas de Física abordados são interessantes ) e Q.11(Me interesse pelas aulas de Física, pois me ajudam a perceber o cotidiano).

**Quadro 5.3 – Comparativo geral simples e com desvio padrão das questões respondidas antes e depois da intervenção, na dimensão “Relevância das aulas de Física”.**

Dimensões ou Construtos	Questões respondidas pelos alunos	Média antes da intervenção	Média depois da intervenção	Comparativo simples	Desvio padrão entre um momento e outro
Relevância das aulas de Física	Q.7	3,58	3,50	Diminuiu	0,040
	Q.9	3,42	3,50	Aumentou	0,040

Nesta dimensão ao observar o desvio padrão nota-se uma diminuição no grau de concordância nas questões Q.7 (Aos estudar Física, a relaciono a situações do meu dia-a-dia) e um aumento na questão Q.9 (Noto que ao estudar Física posso alterar alguns hábitos que favorecem minha saúde).

**Quadro 5.4 – Comparativo geral simples e com desvio padrão das questões respondidas antes e depois da intervenção, na dimensão “Dificuldade em Física”.**

Dimensões ou Construtos	Questões respondidas pelos alunos	Média antes da intervenção	Média depois da intervenção	Comparativo simples	Desvio padrão entre um momento e outro
Dificuldade em Física	Q.5	3,44	3,50	Aumentou	0,030
	Q.6	3,08	3,17	Aumentou	0,045

Ao analisar os dois momentos verifica-se uma diminuição no grau de concordância nas questões Q.5 (Ao me deparar com alguma dificuldade em Física, logo pergunto a um

colega) e Q.6 (Quando percebo que uma atividade de Física é difícil, me direciono apenas as questões mais fáceis).

**Quadro 5.5 - Comparativo geral simples e com desvio padrão das questões respondidas antes e depois da intervenção, na dimensão “Aluno vê relevância da Ciência”.**

Dimensões ou Construtos	Questões respondidas pelos alunos	Média antes da intervenção	Média depois da intervenção	Comparativo simples	Desvio padrão entre um momento e outro
Aluno e vê relevância da Ciência	Q.16	4,29	4,23	Diminuiu	0,030
	Q.17	4,21	4,21	Manteve	0,000

Com a comparação dos dois momentos, nota-se que a questão Q.16 (Percebo melhor o mundo à medida que entendo sobre Ciências) apresentou uma diminuição no grau de concordância e a questão Q.17 (As pessoas de um modo geral devem ter opinião a respeito da Ciência) o grau de concordância se manteve.

**Quadro 5.6 - Comparativo geral simples e com desvio padrão das questões respondidas antes e depois da intervenção, na dimensão “Aluno como promotor de mudança social”.**

Dimensões ou Construtos	Questões respondidas pelos alunos	Média antes da intervenção	Média depois da intervenção	Comparativo simples	Desvio padrão entre um momento e outro
Aluno como promotor de mudança social	Q.25	2,88	2,77	Diminuiu	0,055
	Q.26	3,81	3,73	Diminuiu	0,040

Em observação nota-se a diminuição do grau de concordância nas questões Q.25 (Busco a informações de problemas locais para tentar contribuir com uma solução) e Q.26 (Estudar Ciências e/ou Física me ajuda no entendimento dos problemas de minha região).

## A análise dos Componentes Principais

Com o objetivo de obter respostas mais relevantes, optou-se pela análise das componentes principais (ACP). Com base na análise dos itens, e tomando por base que as questões de 1 a 11 são relativas à Física e das questões 12 a 26 relativas às Ciências. Dividiu-se estas questões em seis dimensões, porém se eliminou uma dimensão ao se analisar o valor de Alfa de Cronbach aquém do admissível (0,453) para a dimensão em questão. Na continuidade da análise dos coeficientes, em cada item das sub dimensões, alguns itens foram desconsiderados, como o caso da Q.8, Q.10, Q.12, Q.13, Q.14, Q.15, Q.18, Q.19, Q.20, Q.21, Q.22, Q.23 e Q.24. Procedeu-se a esta eliminação devido a coeficiente baixo e um elevado coeficiente de simetria, onde o uso destas não seguiria as normatizações a respeito da normalidade.

**Quadro 5.7 – Explicitação, por dimensões, das médias e desvios padrões nos dois momentos, antes e depois.**

Dimensões ou Construtos	Momento	Média	Desvio Padrão
Gosto pelas aulas de Física	Antes	3,32	0,11
	Depois	3,39	0,10
Relevância das aulas de Física	Antes	3,5	0,08
	Depois	3,5	0,00
Dificuldade em Física	Antes	3,26	0,18
	Depois	3,33	0,17
Aluno como promotor de mudança social	Antes	3,34	0,47
	Depois	3,25	0,48
Aluno vê relevância da Ciência	Antes	4,25	0,04
	Depois	4,24	0,01

Ao olhar o contexto das médias se verifica que houve um aumento no grau de concordância no gosto pela Física e na dificuldade em Física, a relevância das aulas se estabilizou enquanto o restante das dimensões diminuiu levemente o grau de concordância.

## Os alunos e suas dificuldades

Percebeu-se durante a realização das atividades que os alunos apresentaram algumas dificuldades, descritas de um modo geral no quadro 4.5.

**Quadro 4.5 – Subdivisões analisadas a partir dos Construtos ou dimensões elaboradas no contexto da questão: “Que dificuldades na aprendizagem da Cinemática, Impulso e Quantidade de Movimento sentem os alunos quando envolvidos numa abordagem STEM?”**

Construtos ou dimensões	“sub construtos” ou “sub dimensões”
Campo dos Raciocínios	Formas de justificar
	Formas de concluir
Campos Processuais	Formas de Planejamento
	Formas de Representação
	Modos de Execução
Relações STEM	Presença de conceitos STEM

### Os alunos e suas dificuldades - Campo dos Raciocínios (formas de justificar e concluir)

Notou-se variadas formulações e níveis de justificativas e conclusões, a captação das dificuldades nesse campo, foi muito centrada nos documentos escritos pelos alunos, durante as aulas, especialmente nas Atividades 1 e 2, que tencionavam com grande ênfase na busca de respostas a questão norteadora deste trabalho, no título do quadro acima retirado do capítulo 4.

*Na atividade, “Distâncias Seguras”:*

Etapa 4, os alunos são estimulados a escrever e interpretar as representações matemáticas que podem ser utilizadas para determinar a velocidade e distância mínima de segurança, para se aplicar no contexto dos protótipos elaborados.

Abaixo se demonstra o espectro de respostas, com alguns exemplos de como os alunos apresentaram dificuldades no ato de justificar e concluir a atividades



Quadro 5. 8 – Distâncias seguras – Etapa 4, dificuldades dos alunos – Campo dos Raciocínios.

<p><b>C</b>oloque aqui as representações matemáticas que serão utilizadas para determinar a velocidade e a distância mínima de segurança? (Descreva o significado destas)</p> $D = \frac{V^2}{250 \mu}$ <p><b>D</b>etermine a intensidade da velocidade do protótipo e a distância mínima entre eles.</p>	<p><b>Aluno 1, turma A</b></p> <p>Questão 1:</p> <p>Representa parcialmente as expressões matemáticas que podem responder a situação do protótipo, porém não explicita seus significados</p> <p>Questão 2:</p> <p>Deixa sem preenchimento</p>
<p><b>C</b>oloque aqui as representações matemáticas que serão utilizadas para determinar a velocidade e a distância mínima de segurança? (Descreva o significado destas)</p> <p>VELOCIDADE MÉDIA:</p> $V_{m} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$ <p> <math>x_2</math> → POSIÇÃO FINAL  <math>x_1</math> → POSIÇÃO INICIAL  <math>t_2</math> → TEMPO FINAL  <math>t_1</math> → TEMPO INICIAL         </p> <p> <math>D = \frac{V^2}{250 \mu}</math>  <math>D = 0,12</math> </p> <p>PARA CALCULAR A DISTÂNCIA DE SEGURANÇA É PRECISO LEVAR EM CONTA O TEMPO MÉDIO DE REAÇÃO, QUE É CERCA DE 10s</p> <p>⊕ VELOCIDADE DEMORA ⊕ TEMPO PARA FREAR</p> <p>FONTE: WWW.KBB.COM.BR</p> <p><b>D</b>etermine a intensidade da velocidade do protótipo e a distância mínima entre eles.</p>	<p><b>Aluno 2, turma A</b></p> <p>Questão 1:</p> <p>Representa totalmente as expressões matemáticas que podem responder a situação do protótipo, e explicita seus significados, sem suas dimensões</p> <p>Questão 2:</p> <p>Deixa sem preenchimento</p>

Aluno 3,  
turma A

Questão 1:

Representa  
totalmente as  
expressões  
matemáticas  
que podem  
responder a  
situação do  
protótipo,  
porém não  
explicita seus  
significados

**C**oloque aqui as representações matemáticas que serão utilizadas  
para determinar a velocidade e a distância mínima de segurança?  
(Descreva o significado destas)

$$V = \frac{d}{t}$$

$$d = \frac{v^2}{250_u}$$

**D**etermine a intensidade da velocidade do protótipo e a distância  
mínima entre elas.

$$V = \frac{150}{5}$$

$$30 //$$

$$d = \frac{30^2}{250_u}$$

$$d = \frac{900}{250_u}$$

$$\downarrow$$
$$250 \cdot 0,4$$

$$d = \frac{900}{100} = 9$$

$$d = 9 //$$

Questão 2:  
Determina as  
intensidades  
da velocidade  
e distância  
mínima para o  
protótipo e  
não associa  
unidades de  
medidas

**C**oloque aqui as representações matemáticas que serão utilizadas para determinar a velocidade e a distância mínima de segurança? (Descreva o significado destas)

velocidade média:  $v_{av} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$

→ posição final  
→ posição inicial  
tempo final  
tempo inicial

$D = \frac{v^2}{250.0.3}$

$D = \frac{3^2}{250.0.3} = \frac{9}{75} = \frac{3}{25} = 0.12$

**D**etermine a intensidade da velocidade do protótipo e a distância mínima entre eles.

$D = \frac{v^2}{250.0.3} = \frac{9}{75} = \frac{3}{25} = 0.12$

Aluno 4,

turma A

Questão 1:  
Representa  
totalmente as  
expressões  
matemáticas  
que podem  
responder a  
situação do  
protótipo, e  
explicita seus  
significados,  
sem suas  
dimensões

Questão 2:  
Determina as  
intensidades  
da velocidade  
e distância  
mínima para o  
protótipo e  
não associa  
unidades de  
medidas

Na atividade, “O movimento e suas quantidades”

Etapa 4, os alunos são estimulados a escrever e interpretar as representações matemáticas que podem ser utilizadas para determinar a velocidade, quantidade de movimento e impulso. Abaixo se demonstra o espectro de respostas, com alguns exemplos de como os alunos apresentaram dificuldades no ato de justificar e concluir a atividades.

**C**oloque aqui as representações matemáticas que serão utilizadas para determinar a velocidade, a Quantidade de Movimento e o impulso? (Descreva o significado destas)

velocidade:  $\frac{d}{t} = \frac{200\text{ cm}}{10\text{ s}} = 20\text{ cm/s}$

quantidade de movimento:  $535\text{ g} \times 20\text{ cm/s} = 12.700$

impulso:  $\vec{Z} = 40 \cdot \Delta v = 400$

**D**etermine a intensidade da velocidade, a Quantidade de movimento e o impulso.

impulso: 400

velocidade: 20 cm/s

quantidade de movimento: 12.700

Aluno 4,  
turma B

Questão 1: Não representa as expressões matemáticas completamente, que podem responder a situação do protótipo, porém não explicita seus significados

Questão 2:  
Preenche sem atentar as unidades de medidas

**C**oloque aqui as representações matemáticas que serão utilizadas para determinar a velocidade, a Quantidade de Movimento e o impulso? (Descreva o significado destas)

$$V = \frac{d}{t}$$

↳ velocidade

$$\vec{Q} = m\vec{v}$$

↳ massa  
↳ vetor velocidade  
↳ vetor quantidade de movimento

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

↳ tempo de aplicação da força  
↳ vetor força  
↳ vetor de impulso

**D**etermine a intensidade da velocidade, a Quantidade de movimento e o impulso.

$$V = \frac{200\text{cm}}{10\text{s}} = 20\text{cm/s}$$

$$Q = 635\text{g} \cdot 20 = 12700$$

$$\vec{I} = 40 \cdot \Delta 10 = 400$$

Aluno 5,

turma B

Questão 1:

Representa totalmente as expressões matemáticas que podem responder a situação do protótipo, e explicita seus significados, sem suas dimensões.

Questão 2:

Determina as intensidades não atentando parcialmente as unidades de medida.

Nas atividades “Distâncias seguras” e “Movimentos e suas Quantidades” há dificuldades em justificar as representações matemáticas tanto no campo argumentativo conceitual quanto resolutivo matemático, estas aparecem, ou na questão que se pede ao aluno explicitar as equações e seus significados, ou nos casos do pedido de determinação da intensidade da velocidade e distância segura na atividade 1, quanto as intensidades da Velocidade, do Impulso e Quantidade de Movimento na atividade 2.

## **Os alunos e suas dificuldades – Campos Processuais (Formas de Planejamento, Formas de Representação e Modos de Execução)**

Por dinamismo, retomamos novamente o quadro 4.5 do capítulo, bem como sua legenda, porém explicitamos apenas os “Campos Processuais”.

**Quadro 4.5 – Subdivisões analisadas a partir dos Construtos ou dimensões elaboradas no contexto da questão: “Que dificuldades na aprendizagem da Cinemática, Impulso e Quantidade de Movimento sentem os alunos quando envolvidos numa abordagem STEM?”**

<b>Construtos ou dimensões</b>	<b>“sub construtos” ou “sub dimensões”</b>
<b>Campos Processuais</b>	Formas de Planejamento
	Formas de Representação
	Modos de Execução

Atentamos, portanto, que dificuldades nesse campo se relaciona, as formas de planejamento, representação e modos de execução das atividades, também se notou variadas respostas, as quais, explicitadas da seguinte maneira:

No campo do planejamento, as Atividades Distâncias Seguras (Etapa 1), Os movimentos e suas Quantidades (Etapas 1), Tem Solução? (Etapa 01);

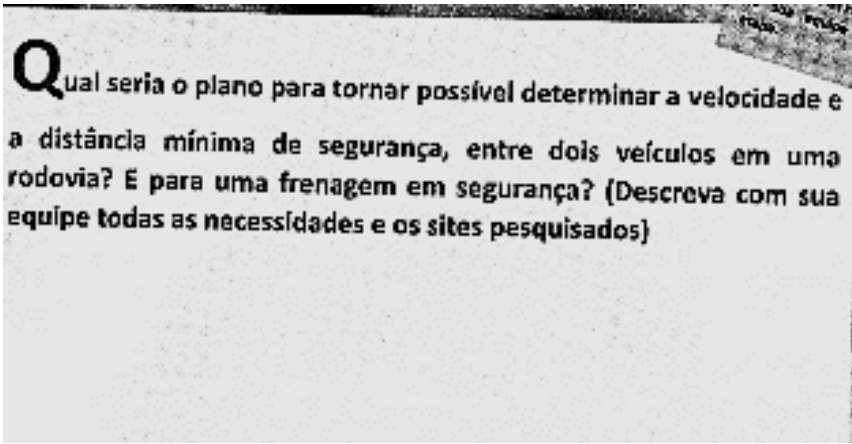
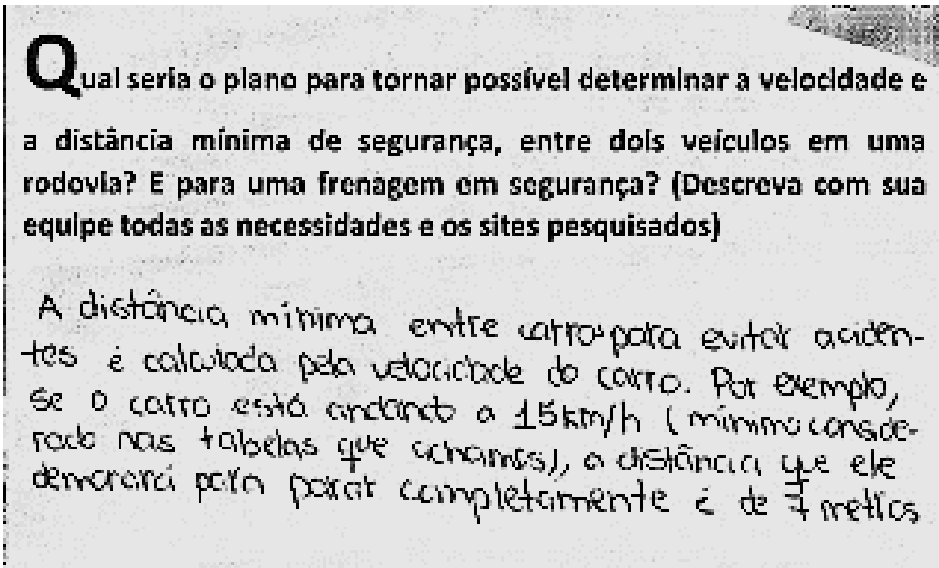
No campo da Representação, as Atividades Distâncias Seguras (Etapa 2), Os movimentos e suas Quantidades (Etapas 2);

No campo da execução, as Atividades Distâncias Seguras (“Refletindo e Revisando”).

Na atividade, “Distâncias Seguras”

Etapa 1, os alunos são estimulados a planejar a possibilidade de determinar a distância mínima entre veículos em uma rodovia, para uma frenagem segura.

Quadro 5.10 – “Distâncias Seguras” – Etapa 1, dificuldades dos alunos – Campos Processuais - Formas de Planejamento.

	<b>Aluno 5, turma B</b>
	Não apresentou o plano para determinação da velocidade e distância segura
	<b>Aluno 6, turma B</b>
	Questão 1: Explicita por meio de exemplo conceitual a determinação da velocidade e distância mínima, mas não demonstra um plano para esta questão
	Questão 2: Não elabora um plano para responder pergunta da frenagem com segurança

**Q**ual seria o plano para tornar possível determinar a velocidade e a distância mínima de segurança, entre dois veículos em uma rodovia? E para uma frenagem em segurança? (Descreva com sua equipe todas as necessidades e os sites pesquisados)

$$D = \frac{v^2}{2500}$$

se o carro estiver em velocidade de 100km/h

$$D = 100^2 : 2500 = 4$$

$$D = 100000 : 2500 = 40$$

$$D = 36,5m$$

Aluno 7,  
turma A

Questão 1:

O aluno apresenta uma representação matemática para a distância segura e não apresenta um plano

Questão 2:

Não há explicitação por parte do aluno, de um plano para uma frenagem segura



**Q**ual seria o plano para tornar possível determinar a velocidade e a distância mínima de segurança, entre dois veículos em uma rodovia? E para uma frenagem em segurança? (Descreva com sua equipe todas as necessidades e os sites pesquisados)

Para calcular a distância de segurança é preciso se pensar no tempo médio de reação.

cálculo p/ tempo de frenagem

$$D = \frac{v^2}{250 \cdot M}$$

D = Distância (metros)

v = Velocidade (km/h) → do

M = Coeficiente de

frenagem

Site: mundoeducacao.ciencia.com

atrito

↓  
como a roda

reage na estrada

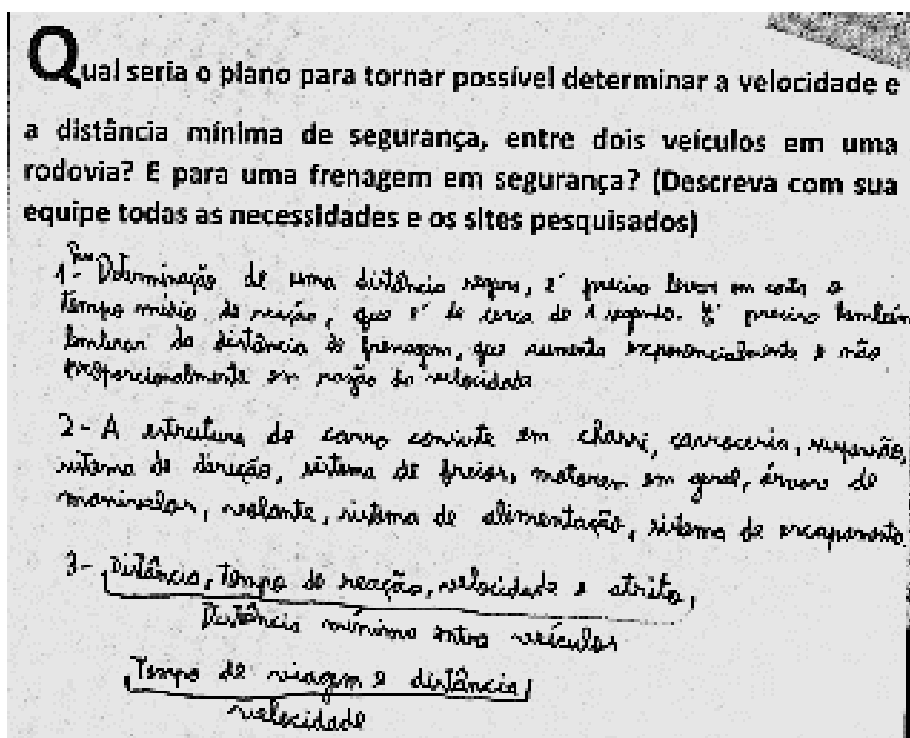
Aluno 8,  
turma A.

Questão 1:

Define conceitualmente e como determinar a distância segura, com explicação da expressão matemática, porém não apresenta o plano para tal

Questão 2:

Não apresenta um plano para responder à questão da frenagem em segurança

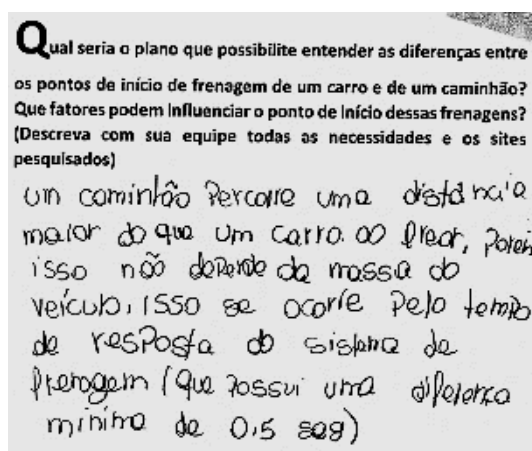


**Aluno 9, turma B**  
 Questão 1:  
 Apresenta conceitualmente os pontos relevantes para a determinação da distância segura, porém não há presença de um plano para essa questão

Questão 2:  
 Não responde claramente à questão da frenagem, Porém esboça uma tentativa de plano

Na atividade, “O movimento e suas quantidades”, Etapa 1, os alunos são estimulados a planejar a possibilidade de determinar a distância mínima entre veículos em uma rodovia, para uma frenagem segura.

Quadro 5.11 – “O movimento e suas quantidades” – Etapa 1, dificuldades dos alunos – Campos Processuais - Formas de Planejamento.



**Aluno 9, turma B**

Questão 1:

Apresenta uma conceituação incompleta a respeito do entendimento da diferença do ponto de frenagem entre um carro e um caminhão, não é demonstrado um plano para tal diferenciação

Questão 2:

Não apresenta planos para determinar fatores de influências do ponto de início de frenagem. Discute conceitualmente apenas um ponto específico, o de reação

Na atividade, “Tem solução?”

Etapa 1, os alunos são estimulados a analisar os fatores que contribuem para congestionamentos e propor soluções.

Quadro 5.12 – “Tem solução” – Etapa 1, dificuldades dos alunos – Campos Processuais - Formas de Planejamento.

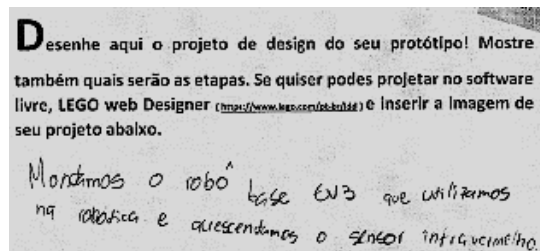
<p><b>Q</b>ual seria o plano para tornar possível a análise dos fatores de congestionamento e propor soluções? (Descreva com sua equipe todas as necessidades e os sites pesquisados)</p> <p>* Viadutos. * distribuição de bicicletas. * Criação de vias alternativas. * Melhora no transporte público.</p>	<p>Aluno 10, turma B</p> <p>Questão 1: Existem citações do que poderia mudar a situação, mas não há descrição de um plano para tal Resolução</p>
---	--

Nas atividades acima descritas, a dificuldade dos alunos no campo Processual na área do planejamento bem evidente, as soluções apresentadas para as questões oscilaram entre não responder, responder conceitualmente sem um plano específico ou conjunto, planos sem conceituação ou divisão para as questões explicitadas a eles na etapa 1. O que como dito, reflete e ratifica uma dificuldade na área de planejamento.

Na atividade, “Distâncias Seguras”

Etapa 2, os alunos são estimulados a projetar o design de seus protótipos, evidenciando as etapas.

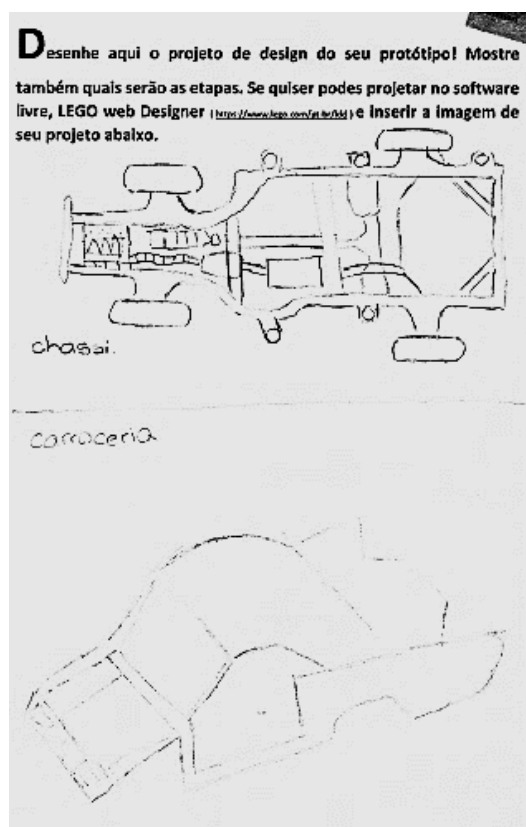
Quadro 5.13 – “Distâncias Seguras” – Etapa 2, dificuldades dos alunos – Campos Processuais – Formas de Representação.



Aluno 11, turma B

Questão 1:

O aluno não representou seu desenho e suas etapas. Apenas cita um modelo utilizado



Aluno 12, turma A

Questão 1:

O aluno apresentou o desenho de sua estrutura a, e não apresentou o plano para tal execução

Na atividade, “Distâncias Seguras”

Etapa “Refletindo e Revisando”, os alunos são estimulados a comparar seus projetos, descrevendo alterações, discutir pontos mais difíceis e estimulados a explicitar como podem melhorar os pontos que foram mais difíceis.

Quadro 5.14 – “Distâncias Seguras” – Etapa Refletindo e revisando, dificuldades dos alunos – Campos Processuais – Modos de execução.

**U**m momento para rever nossos projetos e perceber o que pode ser melhorado é sempre uma boa ideia, afinal sempre podemos enxergar novas maneiras de perceber as coisas, mas nem sempre é fácil.

**C**ompare com seu projeto de design inicial e descreva abaixo quais alterações foram necessárias até o resultado final.

Criamos uma base firme e adicionamos o sensor infravermelho

Discuta em equipe quais foram os pontos mais difíceis dos planejamentos. Como a equipe faria para facilitar os pontos mais difíceis?

Adicionar o sensor infravermelho devido a firmeza da base

Aluno 13, turma B

Questão 1:

O aluno responde ao questionamento indicando as alterações realizadas

Questão 2: O aluno responde parcialmente aos pedidos da segunda questão. Deixando em aberto como fariam para reduzir a dificuldade

A parte mais difícil foi o transferimento para o papel, pois nem todo mundo tem habilidade de desenho.

O aluno relata uma dificuldade, porém não retrata um plano para melhorar

78

**Quadro 5.15 – Dificuldades diversas no modo de representação.**

Figura 1 do quadro 5.9 – dificuldade no campo processual também percebido – Modo de representação.

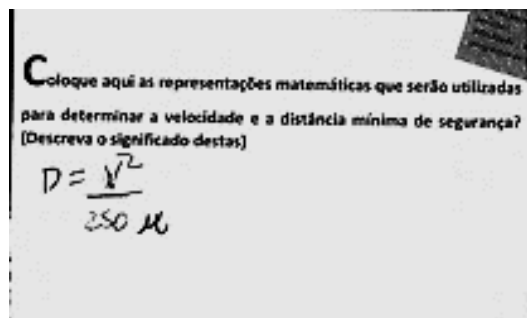
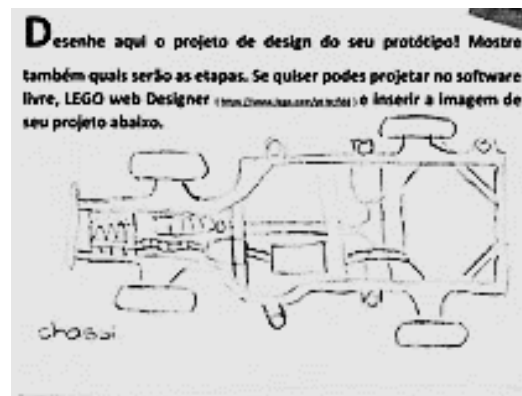
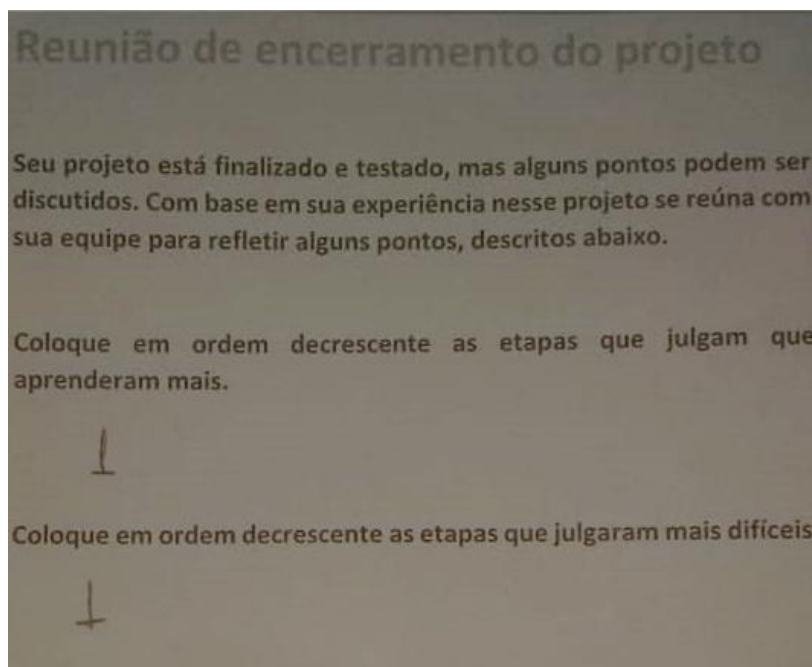


Figura 2 do quadro 5.14 – dificuldade no campo processual também percebido – Modo de representação.



Ainda com intuito de mapear as dificuldades, para a busca por respostas a questão orientadora direcionado as dificuldades, observa-se que a representação da própria noção de classificação de suas dificuldades fica a desejar, conforme registros dos próprios alunos, abaixo um exemplo do aluno 13, turma B

**Figura 5.3 – Dificuldade em categorizar coerentemente suas dúvidas.**



## Alunos e suas dificuldades – Relações STEM (Presença de conceitos STEM)

Com a lógica anterior, optamos por retomar a questão norteadora e o trecho do quadro do capítulo 4, que explicita o construto/dimensão, no caso relações STEM.

**Quadro 4.5 – Subdivisões analisadas a partir dos Construtos ou dimensões elaboradas no contexto da questão: “Que dificuldades na aprendizagem da Cinemática, Impulso e Quantidade de Movimento sentem os alunos quando envolvidos numa abordagem STEM?”**

Construtos ou dimensões	“sub construtos” ou “sub dimensões”
Relações STEM	Presença de conceitos STEM

Por questões relacionais, objetivou-se atentar a atividade como um todo, ou seja, da etapa inicial ao “encerramento do projeto”, onde se verificou algumas dificuldades dos alunos em relacionar os conceitos STEM explorados. As Atividades que mais tensionam as relações, são “Distância Seguras” e “O movimento e suas Quantidades”, no entanto, a atividade “O Desafio das Cidades” e “Têm solução?” são contextos para reforçar a aplicação dos conceitos STEM. Portanto, com o objetivo de encontrar pontos de dificuldade dos alunos em transitar por estas relações, optou-se, como tido anteriormente, a investigação no contexto de cada atividade como um todo.

Retomamos aqui também o quadro do capítulo 3, explicitamente abaixo:

Quadro 3.1 das Metas Curriculares de Física presentes no Conjunto de atividades com abordagem STEM.				
	Science (Ciência)	Tecnology (Tecnologia)	Engineering (Engenharia)	Mathematics (Matemática)
Distâncias Seguras		Elaborar uma programação que desloque um dos protótipos	Projetar dois protótipos de chassis de um carro	Identificar e interpretar funções matemáticas;
	Conceituar Velocidade, Variação de velocidade no tempo	Elaborar uma programação que realize a frenagem na distância mínima de segurança	Projetar duas carrocerias para seus protótipos	Utilizar relações de proporcionalidades;
	Aplicar os conceitos de Velocidade, Distância Percorrida e Deslocamento em funções matemáticas	Testar e ajustar as soluções de programação	Testar e ajustar as soluções de estruturas desenvolvidas	Realizar as operações matemáticas, respeitando as regras
				Determinar as velocidades e distância mínimas de segurança



Com base nele, observa-se dificuldades nos alunos quando estimulados nas relações STEM.

Nos campos da Ciência (Física), Engenharia, Matemática e Tecnologia o trânsito entre elas foi variado entre os alunos, percebido quando comparamos as Etapas 2, 3 e 4 da atividade “Distâncias Seguras” entre alguns alunos, onde, de um modo geral, dificuldades em relacioná-las claramente foram percebidas. O aluno 9 , turma B quando é estimulado a projetar um protótipo (etapa 3) e pensar num programa que dê conta das interpretações e relações matemáticas(etapa 4), não a consegue de modo claro, pois simplesmente repete as representações matemáticas nas duas etapas com profundidades diferentes, a interface entre estas duas etapas, a segunda, o aluno opta por uma construção disponibilizada pelo fabricante do EV3, no caso a LEGO, reduzindo a engenharia desta atividade a um simples passo-a-passo de montagem, sequência o quadro que possibilita esta interpretação.

Quadro 5.16- “Distâncias Seguras”- Etapas 2, 3 e 4 - Dificuldades dos alunos – Relações STEM – Presença de conceitos STEM.

**D**esenhe aqui o projeto de design do seu protótipo! Mostre também quais serão as etapas. Se quiser podes projetar no software livre, LEGO web Designer (<https://www.lego.com/pt-br/design>) e inserir a imagem de seu projeto abaixo.

Etapa 2

Descreva aqui como serão os programas que seu protótipo deve executar para:

a) Ser possível determinar a velocidade

$$V = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$V = \frac{1m}{45}$$

$$V = \frac{25m/s}{1}$$

b) Realizar a frenagem dentro da distância mínima de segurança

$$D = \frac{V^2}{200V^2}$$

$$D = \frac{25^2 m^2/s^2}{200 \cdot 2,2}$$

$$D = \frac{25^2 m^2/s^2}{2}$$

$$D = \frac{625 m^2/s^2}{200}$$

$$D = \frac{1256 m^2/s^2}{200}$$

**Desafio!**

No software Mindstorms EV3, construa a programação para os raciocínios acima de sua equipe.

Etapa 3

**C**oloque aqui as representações matemáticas que serão utilizadas para determinar a velocidade e a distância mínima de segurança? (Descreva o significado destas)

**Velocidade**  
 $V = \frac{D}{t}$   
 V = Velocidade  
 D = Distância  
 t = tempo

**distância de segurança**  
 $D = \frac{V^2}{250 \mu}$   
 D = distância de segurança  
 V = Velocidade  
 $\mu$  = Coeficiente de atrito

**D**etermine a intensidade da velocidade do protótipo e a distância mínima entre eles.

**Velocidade:**  
 $V = \frac{85}{2,69}$   
 $V = 31,5 \text{ cm/s}$

**Distância segura**  
 $D = \frac{31,5^2}{250 \cdot 0,8}$   
 $D = \frac{772,25}{200}$   
 $D = 4,96 \text{ m}$

Etapa 4

Outra situação de dificuldade nas relações STEM também pode ser visualizada no aluno 5, turma B

Quadro 5.17- “O movimento e suas Quantidades”- Etapas 2,3 e 4 - Dificuldades dos alunos – Relações STEM – Presença de conceitos STEM.

**D**esenhe aqui os projetos de design dos seus protótipos? Mostre também, quais serão as etapas. Se quiser podes projetar no software livre, LEGO web Designer (<https://www.lego.com/pt-br/ide1>) e inserir a imagem de seu projeto abaixo.

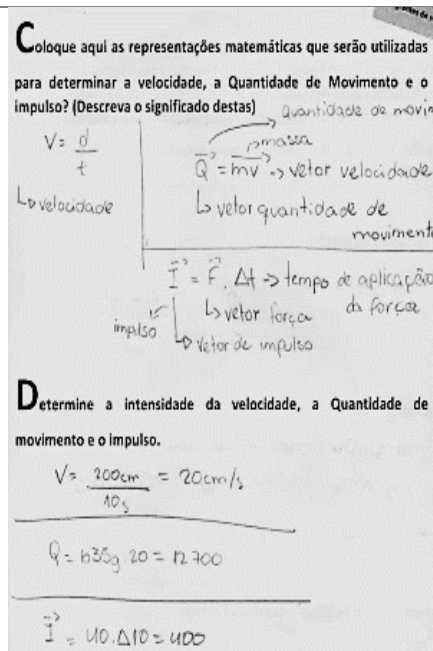
Utilizamos o robô EV3 sem sensor infravermelho.

Etapa 2

Descreva aqui como serão os programas que seu protótipo de caminhão deve executar para:

1. Ser possível determinar a velocidade e quantidade de movimento  
 A distância 200cm = 2 metros  
 tempo: 40s      200 LIG = 20 cm/s  
 Peso/massa: 635g  
 velocidade 20cm/s  
 Quantidade de movimento: 12.700
2. Ser possível determinar o Impulso  
 $\vec{p} = 40 \cdot \Delta^{10} = 400$

Etapa 3



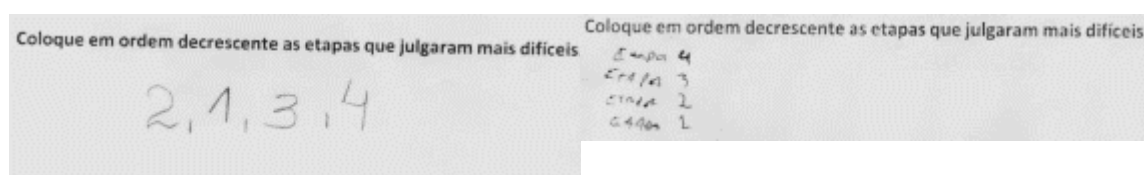
Etapa 4

A luz das articulações demonstradas nos quadros 5.17 e 5.18, e, considerando as “metas curriculares STEM” para as atividades em questão, se pode observar o nível delas nestes alunos, caso interrelacionadas de modo fraco.

Outro vies relevante a essas relações STEM pode ser notada ao se verificar nestes alunos como relacionam em ordem decrescente as etapas que sentiram mais dificuldades, para o aluno 7 da turma B, em ordem decrescente de etapas mais difíceis, ficou na seguinte sequência: etapa 2, 1, 3, 4 (O movimento e suas Quantidades), a mesma pergunta para este aluno, mas agora na atividade “Distâncias Seguras” resultou na seguinte sequência decrescente de dificuldade: etapa 4, 3, 2, 1.

Já para o aluno 9, desta mesma turma a sequência decrescente de dificuldade, para a atividade “Distância Seguras” foi: etapa 4, 3, 2 e 1. Destes contextos pode-se perceber que concordam que o ponto de maior dificuldade foi articular a Ciência, atividade “Distâncias Seguras”, abaixo as imagens das páginas que apresentam concordância na graduação de suas dificuldades.

Quadro 5.18 – Grau decrescente de dificuldade para os alunos 7 e 9, respectivamente.



Ao ampliar um pouco esse comparativo para 21 alunos diferentes, por simples comparação das frequências com que as ordens decrescentes de dificuldades para a atividade “Distâncias Seguras” aparecem, obteve-se as seguintes frequências:

**Quadro 5.19 – Frequência das ordens decrescentes de dificuldades dos alunos respondentes deste item na atividade “Distâncias Seguras.”**

Sequencia de etapas da atividade	Frequencia
4,3,2,1	6
1,3,4,2	4
2,1,3,4	3
4,1,2,3	2
4,3,1,2	2
3,1,2,4	2

Ao observar essa frequência de repetição, notou-se a dificuldade novamente apresentada pelos alunos nas articulações STEM, para esta atividade em específico, tende entre Ciência (Física), Tecnologia e Engenharia, respectivamente.

Ao se reproduzir esta mesma relação, para a atividade “O Movimento e suas Quantidades”, para um universo menor de respondentes a este item, temos a seguinte frequência de repetições de sequências:

**Quadro 5.20 – Frequência das ordens decrescentes de dificuldades dos alunos respondentes deste item na atividade “O Movimento e suas Quantidades.”**

Sequencia de etapas da atividade	Frequencia
3,2,1,4	4
3,1,2,4	1
4,3,2,1	1

O que novamente, reproduz uma dificuldade em articular a Tecnologia, Engenharia e Ciência (Física), respectivamente.

Para ambos os casos mesmo que em ordens de diferenças se consegue observar que transpassa as atividades esta dificuldade de relacionar estas áreas.

## Os alunos e suas aprendizagens

Após a explicitar caminhos para encontrar respostas de duas questões norteadoras, uma delineada pela relevância dada pelos alunos, a outra baseada nas dificuldades apresentadas nos campos dos raciocínios e processuais, agora explicita-se a terceira questão norteadora, que aprendizagens sobre a Cinemática, Impulso e Quantidade de Movimento desenvolvem nos alunos quando envolvidos numa abordagem STEM?

A qual, busca-se também por respostas. Outro ponto que ressaltamos é que se baseou nas metas curriculares delineadas para as atividades “Distâncias Seguras”, “O Movimento e suas Quantidades”, “O Desafio das Cidades” e “Têm solução?”

Para dinamizar segue, abaixo, o quadro do capítulo anterior onde são apresentados os construtos/ dimensões e seu “sub construtos” ou “sub dimensões”

**Quadro 4.4 – Subdivisões analisadas a partir dos Construtos ou dimensões elaboradas no contexto da questão: “Que aprendizagens sobre a Cinemática, Impulso e Quantidade de Movimento desenvolvem nos alunos quando envolvidos numa abordagem STEM?”**

Construtos ou dimensões	“sub construtos” ou “sub dimensões”
<b>Campos Conceituais</b>	Velocidade
	Variação de velocidade
	Distância percorrida e deslocamento
	Impulso e quantidade de movimento
	Conceitos do STEM
<b>Campos dos Raciocínios</b>	Argumentos conceituais da Física escritos
	Argumentos lógicos Físico/matemáticos
	Argumentos gerais

## Os alunos e suas aprendizagens – Campos Conceituais (Velocidade, Variação de Velocidade)

Ao analisar os registros produzidos pelos alunos, por meio das atividades, entrevistas e observações, se nota que alguns alunos apresentaram compreensão dos conceitos de velocidade e variação de velocidade.

Quadro 5. 21 – Aluno 2, turma A demonstra aprendizagens sobre velocidade e variação de velocidade.

**C**oloque aqui as representações matemáticas que serão utilizadas para determinar a velocidade e a distância mínima de segurança? (Descreva o significado destas)

VELOCIDADE MÉDIA:

$$V_{m} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$$

POSIÇÃO FINAL  
POSIÇÃO INICIAL  
TEMPO FINAL  
TEMPO INICIAL

$D = V^2$   
 $D = 0,12$

PARA CALCULAR A DISTÂNCIA DE SEGURANÇA É PRECISO LEVAR EM CONTA O TEMPO MÉDIO DE REAÇÃO, QUE É CERCA DE 1,0s

⊕ VELOCIDADE DEMORA TEMPO PARA FREIAR

Fonte: WUOLU-KBLEN.COM.BR

Descreva aqui como serão os programas que seu protótipo deve executar para:

a) Ser possível determinar a velocidade

81,5 cm (distância) → rodar

$$d = t \cdot v$$

$$81,5 = x \cdot 3$$

$$81,5 = 3x$$

$$\frac{81,5}{3} = x$$

$$27,16 = x$$

27,16 cm/s

Quadro 5. 22 – Aluno 14, turma B demonstra aprendizagens sobre velocidade e variação de velocidade.

**C**oloque aqui as representações matemáticas que serão utilizadas para determinar a velocidade e a distância mínima de segurança? (Descreva o significado destas)

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{V \cdot 1m}{4s} \quad V = 25m/s$$

**D**etermine a intensidade da velocidade do protótipo e a distância mínima entre eles.

$$D = \frac{V^2}{250 \cdot 0,2} = \frac{25^2}{50} = \frac{625}{50} = 12,5 \text{ cm} \frac{2}{5}$$

Quadro 5. 23 – Aluno 15, turma B demonstra aprendizagens sobre velocidade e variação de velocidade.

**C**oloque aqui as representações matemáticas que serão utilizadas para determinar a velocidade e a distância mínima de segurança? (Descreva o significado destas)

velocidade:  $\frac{d}{t}$

distância mínima:  $\frac{V^2}{250 \cdot 0,2}$

**D**etermine a intensidade da velocidade do protótipo e a distância mínima entre eles.

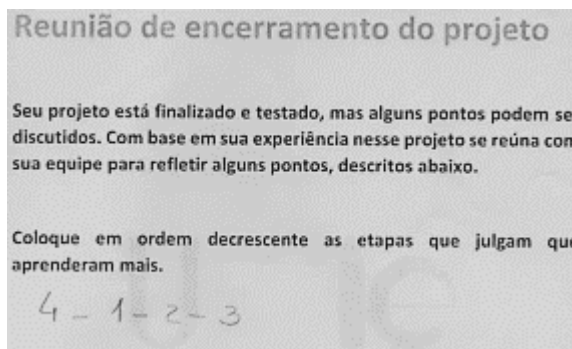
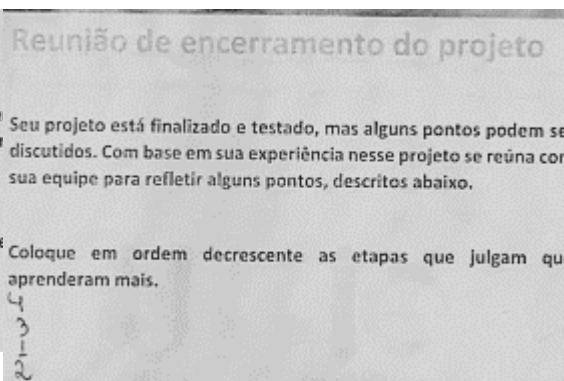
velocidade:  $\frac{130}{10} = 13 \text{ cm/s}$

distância mínima:  $\frac{130^2}{250 \cdot 0,2} = \frac{16900}{50} = 338$

O aluno 2 da turma A e os alunos 14 e 15 da turma B apresentaram a capacidade de explicitar os conceitos de velocidade, bem como em dois dos casos ainda demonstraram a capacidade de localizar a expressão matemática responsável por determinar a distância mínima entre os dois protótipos, um dos alunos, inclusive explica a representação matemática da variação de velocidade.

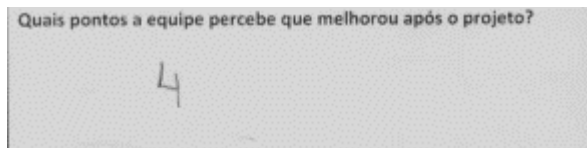
Outro ponto que estes mesmos alunos relatam ter aprendido estes conceitos é o momento da atividade intitulado “Reunião de encerramento do Projeto”, onde respectivamente os alunos, 14 e 15 da turma B, relatam suas interpretações dos momentos em que mais aprenderam:

Quadro 5. 24 – Aluno 14 e 15, turma B demonstram a etapa da atividade “Distâncias Seguras” que mais aprenderam.

Aluno 14	Aluno 15
	

Já a aluno 2 da turma A apresenta sua interpretação sobre quais pontos a equipe e por consequência ela, melhorou após a atividade “Distâncias Seguras”.

Quadro 5. 25 – Aluno 2, turma A demonstram a etapa da atividade “Distâncias Seguras” que mais evoluiu.

Aluno 2


Outra informação a este ponto oriunda do registro de entrevistas com os alunos 17 e 18, onde uma explicitação, da parte deles, é percebida em seus registros escritos, quando

interpelados a respeito do aprendizado acerca da velocidade e variação de velocidade, respectivamente:

**Quadro 5. 26 – Alunos 17 e 18, turma B evidenciam registros em entrevista, aprendizados a respeito dos conceitos de velocidade e velocidade média.**

Aluno 17	Aluno 18
<u>1. APRENDIMOS QUE VELOCIDADE É A RELAÇÃO ENTRE</u> <u>DETERMINADA DISTÂNCIA APRENDIMOS TAMBÉM A</u> <u>E USAR APROPRIA DA NOSSA SEGURANÇA</u>	<u>Como calcular a velocidade média</u> <u>Quanto maior a velocidade, maior o</u>

Nota-se destas informações que os alunos tiveram aprendizagens sobre velocidade e velocidade média no contexto da atividade “Distâncias Seguras”, notadamente na etapa 4, desdobramentos destes aprendizados também podem ser observados na entrevista, quando no âmbito do questionamento sobre “O que aprenderam a respeito da velocidade?”, se obtém respostas deste tipo, abaixo:

*“Que está mais relacionada a segurança do que pensávamos”.*

(Entrevista em grupo focado momento 2, aluno 19, turma B)

*“Aprendemos a relação entre o tempo e a distância”.*

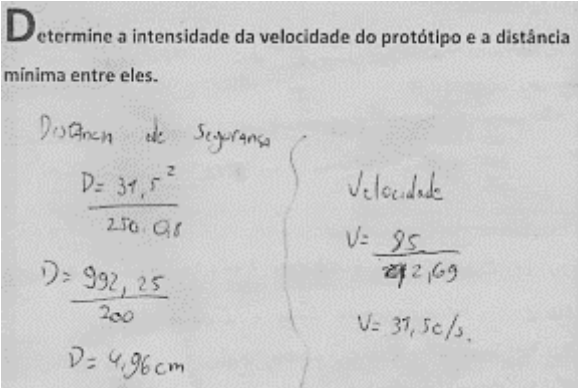
(Entrevista em grupo focado momento 1, aluno 18, turma A)



## Os alunos e suas aprendizagens – Campos Conceituais (Distância Percorrida e Deslocamento)

Ao analisar os registros produzidos pelos alunos, por meio das atividades, entrevistas e observações, se nota que alguns alunos apresentaram compreensão dos conceitos de Distância Percorrida e Deslocamento.

Quadro 5. 27 – Aluno 9, turma B demonstra aprendizagens sobre distância percorrida e deslocamento.

aluno 9	
	

Nas entrevistas grupo focado se nota que evidenciam a noção que aprenderam sobre distância percorrida e deslocamento, onde o aluno 20, turma A, relata quando perguntado

“O que aprenderam a respeito de velocidade?”

*“Dependendo da velocidade é necessária uma distância diferente na hora de frear”.*

(Entrevista em grupo focado momento 1, aluno 20, turma A)

*“Aprendemos que existe um tempo mínimo para a frenagem”*

(Entrevista em grupo focado momento 1, aluno 21, turma A)

Os conceitos e distância percorrida e deslocamento, são dependentes da relação entre velocidade e tempo e para determinação da distância mínima dos protótipos passa-se por estes conceitos, o que pelos registros acima observa-se estes aprendizados.

## Os Alunos e suas aprendizagens – Campos Conceituais (Impulso e quantidade de movimento)

Ao analisar os registros produzidos pelos alunos, por meio das atividades, entrevistas e observações, se nota que alguns alunos apresentaram compreensão dos conceitos de Impulso e Quantidade de movimento.

Quadro 5. 28 – Aluno 5, turma B demonstra aprendizagens sobre distância percorrida e deslocamento.

---

aluno 5

---

**C**oloque aqui as representações matemáticas que serão utilizadas para determinar a velocidade, a Quantidade de Movimento e o impulso? (Descreva o significado destas)

$V = \frac{d}{t}$   
↳ velocidade

$\vec{Q} = m\vec{v}$   
↳ massa  
↳ vetor velocidade  
↳ vetor quantidade de movimento

$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$   
↳ tempo de aplicação de força  
↳ vetor força  
↳ vetor de impulso

**D**etermine a intensidade da velocidade, a Quantidade de movimento e o impulso.

$V = \frac{200\text{cm}}{10\text{s}} = 20\text{cm/s}$

$Q = 635\text{g} \cdot 20 = 12700$

$\vec{I} = 110 \cdot 10 = 1100$

---

Outro momento que se pode observar é na entrevista em que o aluno relata, ao ser interpelado sobre “O que aprenderam sobre Impulso e Quantidade de Movimento?”

*“Quanto mais velocidade mais difícil a frenagem e maior a quantidade de movimento”*

(Entrevista em grupo focado momento 2, aluno 23, turma B)

Ainda na entrevista outro aluno relaciona o impacto a velocidade, a também ser questionado sobre seu aprendizado a respeito de Impulso e quantidade de movimento:

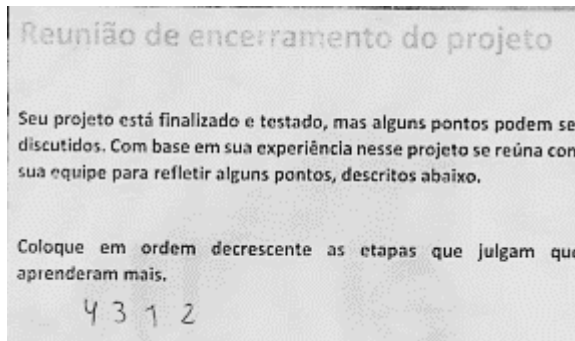
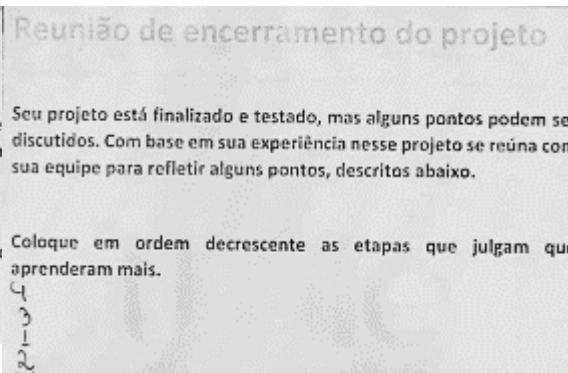
*“Quanto maior a velocidade maior são os danos causados pelo impacto”*

(Entrevista em grupo focado momento 2, aluno 24, turma B)

Em outro momento da atividade “O movimento e suas Quantidades” na etapa “Reunião de encerramento de projeto” se pode observar alunos que descrevem as etapas em ordem decrescente que mais aprenderam, nesta descrição, os dizeres de alguns alunos é que a

etapa onde mais aprenderam foi o momento de determinação do impulso e quantidade de movimento do protótipo.

**Quadro 5.29 – Alunos 23 e 24, turma B relatam as etapas que mais aprenderam.**

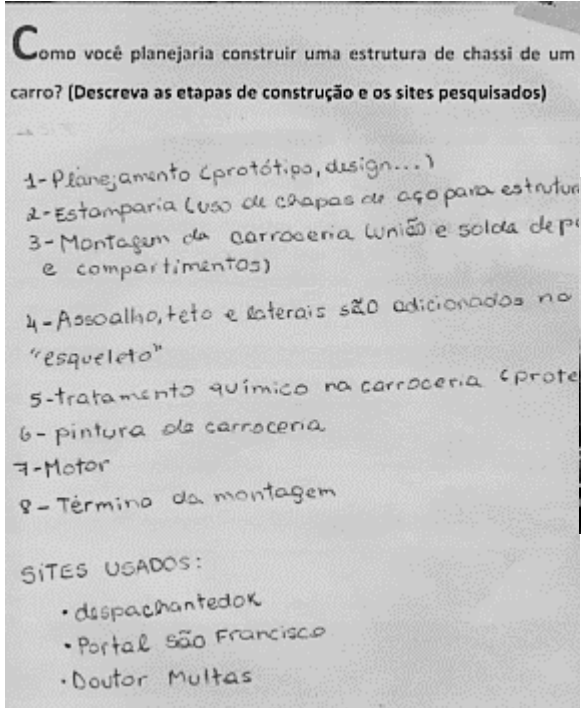
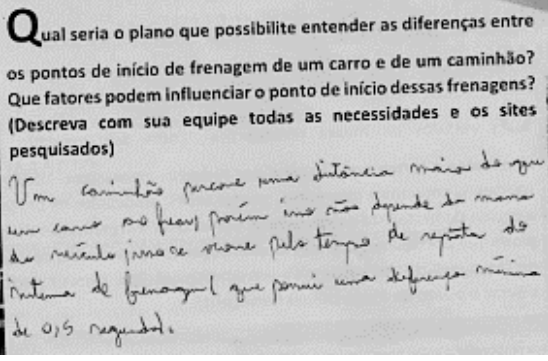
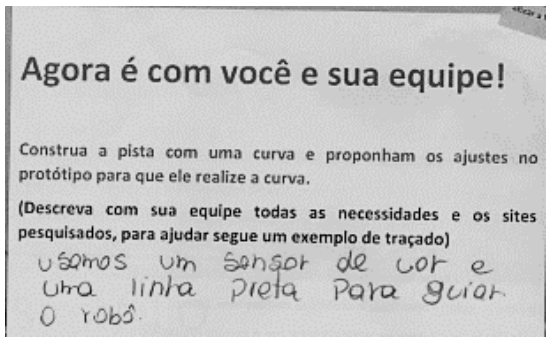
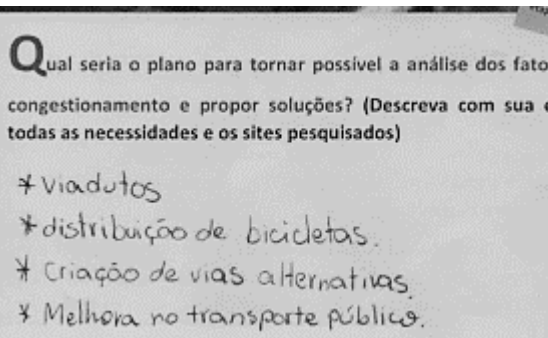
aluno 23	aluno 24
	

Diante dos registros da atividade dos alunos e dos relatos oriundos das entrevistas se nota dados conceituais e percepções de que os alunos apresentaram aprendizagens a respeito de Impulso e Quantidade de Movimento na atividade “O movimento e suas Quantidades”.

### **Os alunos e suas aprendizagens – Campos Conceituais (Conceitos STEM)**

Ao analisar os registros produzidos pelos alunos, por meio das atividades, entrevistas e observações, se nota que alguns alunos apresentaram compreensão dos Conceitos STEM, notadamente na atividade “Distâncias Seguras” quando os alunos têm de planejar e construir um chassi para o protótipo, na atividade “O movimento e suas quantidades” quando tem de planejar construir protótipos para determinar a distância segura, na atividade “O desafio das cidades” quando tem de produzir uma pista para a realização de uma curva e na atividade “Tem Solução?” onde os alunos são estimulados propor soluções para congestionamentos, com base em vídeos.

Quadro 5. 30 – Conjunto de atividades STEM - Alunos 25, 26, 27 e 28 turma B demonstram aprendizagens dos Conceitos STEM.

Aluno 25	Aluno 26
 <p><b>C</b>omo você planejaria construir uma estrutura de chassi de um carro? (Descreva as etapas de construção e os sites pesquisados)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Planejamento (protótipo, design...)</li> <li>2- Estamparia (uso de chapas de aço para estrutura)</li> <li>3- Montagem da carroceria (união e solda de peças e compartimentos)</li> <li>4- Assoalho, teto e laterais são adicionados no "esqueleto"</li> <li>5- tratamento químico na carroceria (proteção)</li> <li>6- pintura da carroceria</li> <li>7- Motor</li> <li>8- Término da montagem</li> </ol> <p><b>SITES USADOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• despachantedox</li> <li>• Portal São Francisco</li> <li>• Doutor Multas</li> </ul>	 <p><b>Q</b>ual seria o plano que possibilite entender as diferenças entre os pontos de início de frenagem de um carro e de um caminhão? Que fatores podem influenciar o ponto de início dessas frenagens? (Descreva com sua equipe todas as necessidades e os sites pesquisados)</p> <p>Um caminhão percorre uma distância maior do que um carro ao frear, porém isso não depende da massa do veículo, mas sim da massa pelo tempo de reação do sistema de frenagem que possui uma deflexão mínima de 0,5 segundos.</p>
Aluno 27	Aluno 28
 <p><b>Agora é com você e sua equipe!</b></p> <p>Construa a pista com uma curva e proponham os ajustes no protótipo para que ele realize a curva.</p> <p>(Descreva com sua equipe todas as necessidades e os sites pesquisados, para ajudar segue um exemplo de traçado)</p> <p>usamos um sensor de cor e uma linha preta para guiar o robô.</p>	 <p><b>Q</b>ual seria o plano para tornar possível a análise dos fatores de congestionamento e propor soluções? (Descreva com sua equipe todas as necessidades e os sites pesquisados)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Viadutos</li> <li>* distribuição de bicicletas.</li> <li>* Criação de vias alternativas.</li> <li>* Melhora no transporte público.</li> </ul>

Em entrevista também se observa relatos de aprendizagem sobre conceito *STEM* quando os alunos são questionados “Que etapas das tarefas você julga que mais contribuíram para as relações *STEM*?”

“Etapas I e II”

(Entrevista em grupo focado momento 2, aluno 2, turma B)

“Etapas Iniciais”

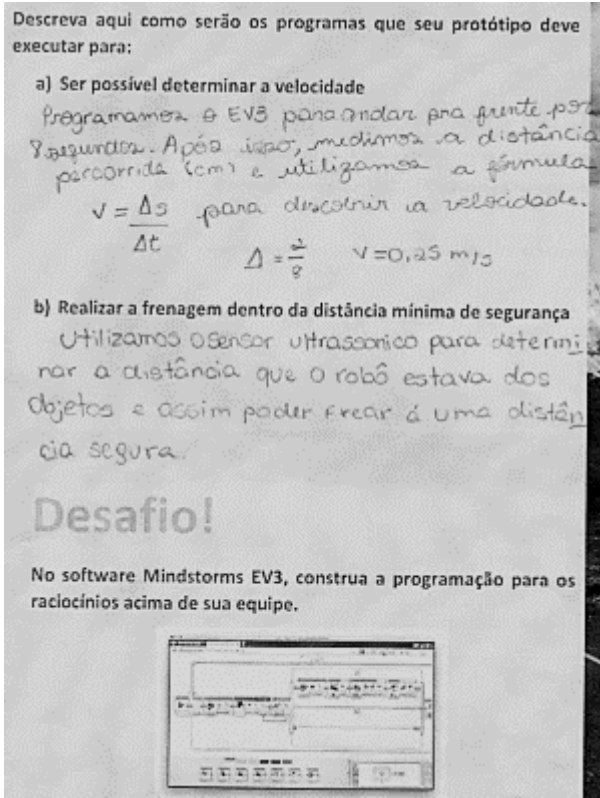
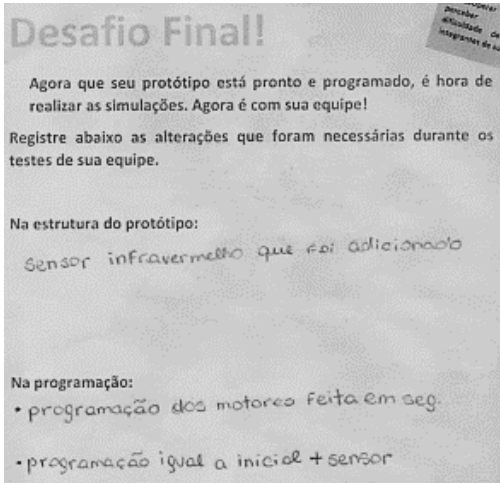
(Entrevista em grupo focado momento 2, aluno 12, turma B)

“fases iniciais”

(Entrevista em grupo focado momento 2, aluno 10, turma A)

Em outro conjunto de informações se pode verificar conceitos *STEM* envolvidos, quando os Alunos estão no momento da programação de seus protótipos, este momento da programação.

Quadro 5. 31 – Atividade “Distâncias Seguras” - aluno 25, turma B demonstra aprendizagens dos Conceitos STEM também no momento da programação.

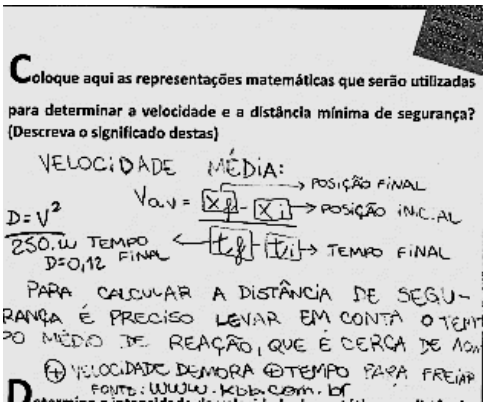
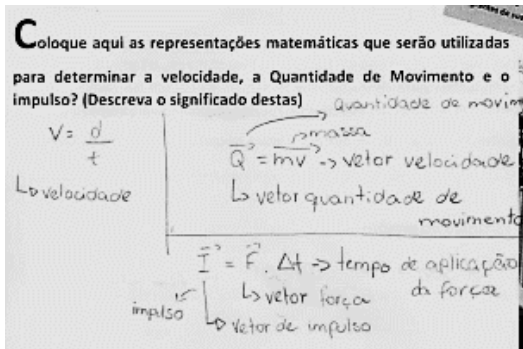
Aluno 25 – Etapa 3	Aluno 25 – desafio Final
	

Em relação a aprendizagem dos conceitos *STEM*, verifica-se por meio da identificação dos registros, observações e entrevistas que os alunos entenderam e aplicaram os conceitos STEM exigidos nas atividades, as metas curriculares podem ser revisitadas no capítulo 3, dos quadros 3.1 a 3.4.

## Os alunos e suas aprendizagens – Campo dos Raciócnios (Argumentos conceituais da Física escritos, Lógico Físico/ matemáticos e Argumentos Gerais)

Ao analisar os registros produzidos pelos alunos, por meio das atividades, entrevistas e observações, se nota que alguns alunos apresentaram no campo dos raciocínios os alunos apresentaram argumentos conceituais da Física escritos, lógico Físico/Matemáticos e argumentos gerais, quando os alunos são estimulados a descrever e explicar as propriedades das expressões matemática e relacionar com as situações problemas explícitas no contexto das atividades “Distâncias Seguras”, “O movimento e suas quantidades” quando tem de planejar construir protótipos para determinar a distância segura, na atividade “O desafio das cidades” quando tem de produzir uma pista para a realização de uma curva e na atividade “Tem Solução?” onde os alunos são estimulados propor soluções para congestionamentos, com base em vídeos.

Quadro 5. 32 – Conjunto de atividades STEM – Alunos apresentam aprendizagens nos campos do raciocínio conceituais da Física escritos.

Aluno 2 – turma A	Aluno 5, turma B
 <p>Coloque aqui as representações matemáticas que serão utilizadas para determinar a velocidade e a distância mínima de segurança? (Descreva o significado destas)</p> <p>VELOCIDADE MÉDIA:</p> $V_m = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$ <p>→ POSIÇÃO FINAL → POSIÇÃO INICIAL → TEMPO FINAL</p> <p><math>D = V^2</math> 250,11 TEMPO D=0,12 FINAL</p> <p>PARA CALCULAR A DISTÂNCIA DE SEGURANÇA É PRECISO LEVAR EM CONTA O TEMPO DE REAÇÃO, QUE É CERCA DE 1s</p> <p>⊕ VELOCIDADE DEMORA ⊕ TEMPO PARA FREAR</p> <p>FONTE: WWW.KIBB.COM.BR</p>	 <p>Coloque aqui as representações matemáticas que serão utilizadas para determinar a velocidade, a Quantidade de Movimento e o impulso? (Descreva o significado destas)</p> <p><math>V = \frac{d}{t}</math></p> <p>→ velocidade</p> <p><math>Q = mv</math> → vetor velocidade</p> <p>→ vetor quantidade de movimento</p> <p><math>I = F \cdot \Delta t</math> → tempo de aplicação da força</p> <p>→ vetor força</p> <p>→ vetor de impulso</p>

Outros pontos revelam, dentro dos campos dos Raciócnios da Física, bem salientados pelos alunos na entrevista de grupo focado quando a questão a respeito “O que aprenderam sobre velocidade”:

*“Quanto mais velocidade, maior a probabilidade de ocorrer um acidente, afinal a frenagem não é instantânea”*

(Entrevista em grupo focado momento 1, aluno 3, turma A)

Quadro 5. 33 – Conjunto de atividades STEM – Alunos apresentam aprendizagens nos campos do raciocínio lógico Físico/Matemático.

Aluno 5 – turma B	Aluno 14, turma B
<p>Descreva aqui como serão os programas que seu protótipo de caminhão deve executar para:</p> <p>1. Ser possível determinar a velocidade e quantidade de movimento</p> <p>A distância <math>200\text{cm} = 2\text{ metros}</math>  tempo: <math>10\text{s}</math>      <math>200/10 = 20\text{ cm/s}</math>  Peso/massa: <math>625\text{g}</math>  velocidade <math>20\text{cm/s}</math>  Quantidade de movimento: <math>12.700</math></p> <p>2. Ser possível determinar o impulso</p> <p><math>\vec{Z} = 10 \cdot \Delta^{10} = 400</math></p>	<p>Determine a intensidade da velocidade do protótipo e a distância mínima entre eles.</p> <p><math display="block">D = \frac{V^2}{250 \cdot 0,2} = \frac{25^2}{50} = \frac{625}{50} = 12,5\text{ cm } \frac{2}{5}</math></p>

No raciocínio lógico físico/matemático do contexto propostos nas atividades, se verificou incidência deste construto quando o aluno responde a seguinte pergunta, “Que contextos contribuíram para desenvolverem competências para o futuro?”

*“Os cálculos”*

(Entrevista em grupo focado momento 2, aluno 26, turma B)

Em outro momento da entrevista, quando se pergunta, “que dificuldades sentiram para aprender sobre velocidade

*“Nenhuma, já sabíamos as fórmulas e cálculos”*

(Entrevista em grupo focado momento 2, aluno 23, turma B)

Ainda no campo dos raciocínios, mais especificamente os argumentos gerais, no momento da entrevista focada, quando questionados em “Que características das tarefas ajudaram na vossa aprendizagem?”

*“A parte inicial de cada etapa onde discutíamos em grupo”*

(Entrevista em grupo focado momento 2, aluno 23, turma B)

Quando o aluno foi questionado sobre como “Os conceitos das distâncias seguras, o Movimento e suas quantidades, O desafio das Cidades e Tem Solução, vos ajudaram a tornar os conceitos mais relevantes?”

*“relacionam ao cotidiano”*

(Entrevista em grupo focado momento 2, aluno 24, turma B)

*“discussões em grupos e estrutura semelhante das tarefas”*

(Entrevista em grupo focado momento 2, aluno 25, turma B)

Outro argumento geral apresentado pelo aluno ao ser questionado “Como é que os contextos das velocidades, impulso e quantidade de movimento, contribuíram para vos ajudar a justificar os temas estudados?”

*“atribuir do dia-a-dia”*

(Entrevista em grupo focado momento 2, aluno 25, turma B)

Nos campos dos raciocínios alguns alunos demonstraram o raciocínio de conceitos da Física de modo escrito, raciocínio Lógico Físico/Matemático e argumentos gerais de modo que contribui com as suas aprendizagens dentro da perspectiva da questão norteadora.



---

# CAPÍTULO 6

---

## **Discussão, conclusão e reflexão final**

Como já foi referido, com este trabalho pretendeu-se conhecer como é que a abordagem STEM influencia a aprendizagem de Física, mais concretamente acerca dos conceitos de velocidade, impulso e quantidade de movimento. Para tanto, deu-se resposta a três questões norteadoras, a primeira sobre a relevância das aulas de Física, a segunda acerca das dificuldades dos alunos e a última sobre as suas aprendizagens quando envolvidos neste contexto. Neste capítulo, começa-se por discutir os resultados e apresentar uma conclusão, seguindo-se de uma reflexão final.

## **Discussão e Conclusão**

Os resultados deste trabalho vêm mostrar que as atividades desenvolvidas, seguindo uma abordagem STEM para os conceitos de velocidade, impulso e quantidade de movimento, permitiram aos alunos realizar aprendizagens em vários domínios, assim como aumentar a sua percepção acerca da relevância pelas aulas de Física. De facto, os alunos apresentaram uma tendência de aumento na relevância pelas aulas de Física durante as atividades STEM. Salienta-se que as duas primeiras atividades (“Distâncias Seguras” e a “Movimento e suas Quantidades”) têm um forte apelo aos conceitos de Física e ao seu impacto direto nos hábitos dos indivíduos.

As atividades “O desafio das Cidades” e “Têm Solução?” reforçam estas percepções de modo mais abrangente. Nestes contextos, os alunos são convidados a refletir e verificar os impactos da distância relativa, velocidade e quantidade de movimento do ponto de vista da Física e do ponto de vista social. Esta interligação é reforçada quando os alunos pesquisam, programam e realizam cálculos de estimativas. Estes procedimentos são desencadeadores de reflexão, pois permite que os alunos percebam a importância da relação entre velocidade, quantidade de movimento e distância segura. Ademais, permite que os alunos ainda as relacionem com a maneira de se portar, em uma via para veículos, de forma segura para todos, o que por si só se trata de uma mudança de hábitos e uma relação clara entre os conceitos da Física, seus contextos e impacto social. Estas ideias

são salientadas por Hodson (2011) e Holbrook (2008). O primeiro autor afirma que o Ensino de Ciências deve se apresentar de forma efetiva e potencializadora na solução de problemas e o segundo destaca que a relevância do Ensino de Ciência se fundamenta também quando o aluno encontra conexões que os integrem, envolvam e os potencializem na vontade de aprender. Reiss (2015) também destaca este assunto ao retratar que atividades contextualizadas ampliam o interesse dos alunos.

Apesar das aprendizagens realizadas, os alunos sentiram dificuldades ao longo das atividades devido a alguns aprofundamentos exigidos no seu decurso, principalmente quando estimulados a se posicionar criticamente. Os resultados também revelaram dificuldades dos alunos em estabelecer relações conceituais entre áreas do conhecimento, i.e., ligações entre ciência, tecnologia, engenharia e matemática. Vygotsky (2005) ajuda a enquadrar essas dificuldades, quando destaca a importância da compreensão dos conceitos de modo a que possam ser aplicados na elaboração de modelos teóricos. Fica explícito a curva de aprendizagem com que os estudantes foram estimulados durante o percurso das quatro atividades - foram sendo estimulados a pesquisar os conceitos de engenharia e os conceitos da Física, relacionando-os com situações de aprendizagem muito comuns aos indivíduos.

Esta curva, como dito anteriormente, de aprendizagem os direciona de certa forma na percepção do grau de minúcia necessária na execução das atividades como um todo. Percepção verificada quando salientam que, mesmo diante das dificuldades, aprenderam. Aqui é notório a perspectiva de que uma dificuldade já é um caminho para elaboração de saídas para relacionar o que se estimula com o que conseguem construir de facto.

Em relação às atividades com abordagem STEM, os alunos consideraram relevantes os contextos criados, onde se pôde detectar aprendizagens em Física, concretamente sobre os temas velocidade, impulso e quantidade de movimento. Estes resultados estão relacionados com Roth (2002) e Pierson (1997). Os autores afirmam que o referencial é organizado também pelo quotidiano e se fundamenta em elementos para estruturar o pensamento da Física. Novamente aqui retomo os aspectos relevantes já explicitados anteriormente, ao citar Hodson (2012) e Holbrook (2018), a respeito da capacidade de se resolver problemas relevantes e de potencializar o aluno na vontade de aprender. Ainda sobre os contextos, os alunos automaticamente se percebem imersos em um quotidiano real. Porém, não como passageiro de um veículo, ou passivo ao processo de engenharia de trânsito que determina distâncias mínimas entre veículos, ou seja, passaram entender

o motivo pelo qual se fundamentam velocidades máximas e distâncias mínimas relacionadas com as massas dos veículos, por conta de suas quantidades de movimentos. No campo das relações STEM notou-se que puderam apresentar o desenvolvimento de algumas competências, como por exemplo, projetar estruturas a partir de pesquisas, de análises, de reflexões e replaneamentos, relacionando assim as competências do relatório de Delors com a abordagem STEM (Mansilla & Anthony 2011).

No campo da codificação demonstraram que puderam programar os seus protótipos. Com os protótipos determinaram as variáveis necessárias para as situações problema, sendo possível inclusive detectar em alguns alunos a transição entre áreas que mais sentiram dificuldades (Quadros 5.19 e 5.20). Sobre estas articulações, percebe-se ainda que os alunos detectaram a relevância de articular áreas para elaborar uma opinião mais concreta de um determinado assunto, notadamente na aprendizagem de como relacionar a Física, Engenharia, programação e prototipação dos veículos para as simulações e determinações de variáveis.

No campo dos raciocínios puderam ser verificados diversos modelos mentais lógicos físico/matemáticos, conceituais e capacidade de representação, mais concretamente quando os alunos evidenciam a aplicação dos conceitos físicos em expressões matemáticas, ou quando discorrem corretamente sobre os significados e relações físicas. Desmostraram assim um caminho para a apropriação dos conhecimentos da Física, bem como, para a autonomia na construção de um pensamento a respeito das relações entre conceitos da Física. Os resultados colocaram também em evidência a importância das representações matemáticas e seus contextos de aplicações com impactos nos indivíduos e por consequência na sociedade.

Diante de diversas variáveis que surgem durante o processo investigativo no campo da aprendizagem com a abordagem STEM, sugere-se estudos mais aprofundados e longitudinais. Algumas possíveis questões a investigar são: Como a cultura da instituição interfere em educadores e alunos na abordagem STEM? Como os educadores se inserem na abordagem STEM e as relações de apoio que são oferecidas dentro e fora das instituições de educação básica? Como são os currículos formativos, em serviço, para os educadores que pretendem ingressar na abordagem STEM dentro de instituições de educação básica? Como formar educadores que não são inseridos na abordagem STEM em seu currículo universitário e já atuam na educação básica?

## **Reflexão Final**

O processo educativo, alheio aos contextos socioculturais não é possível. A presunção de somente ceder o ato formativo e, por consequência, mostrar as “portas” para um ou mais conhecimentos somente se faz genuíno, se a priori, admitir e se admitir dentro de um processo orgânico. Do ponto de vista do educador é estar atento ao que permeia o currículo. Do ponto de vista do aluno é se enxergar dentro deste processo orgânico por meio do entendimento de que só se faz algo se ele estiver envolvido, admitindo que nem tudo será ao acaso, e que há uma curva de aprendizagem mútua inerente ao tempo cronológico imposto. A junção destes se faz, quando há a percepção do educador de qual ou quais tempos são necessários aos alunos, ao mesmo tempo que o aluno se apercebe do quanto o educador quer potencializar suas aprendizagens.

Neste processo investigativo também percebi a relevância das atividades STEM inseridas no contexto vivido, i.e., no sentido de ser real para o aluno. Isso reforça a ideia de que as Ciências Naturais devem ter espaço para uma discussão, no ponto de como devem ser refletidas e desdobradas, não em contextos gerais e sim nos contextos locais, garantindo a equidade e não só igualdade, muito percebido com a abordagem utilizada.

A faixa do “espectro de horizonte” foi grandemente aumentada. Saio com uma “musculatura crítica” mais aprofundada. Engloba-se a isso a autocrítica investigativa e o fortalecimento das relações entre os “saberes teóricos”, com os vividos e refletidos nos mais variados perfis educacionais, estando estes contidos numa didática de ensino.

Neste contexto, as minhas percepções educacionais mais uma vez passam por um processo de “desaprender”, um ponto extremamente positivo, oriundo das pesquisas de campo, bibliográficas e aplicação da abordagem STEM, elevando assim minha crença do papel do educador nos espaços considerados sala de aula.

O interesse investigativo se aflora e se adensa o interesse pela Educação e suas abordagens em culturas diferentes, portanto, esta investigação se insere como um diferenciador em meu pensar educativo e nos desdobramentos que pretendo seguir a partir de agora.



## Referencias

Aguiar, G. da C., & Casteleira, R. P. (2018). *Fundamentos Históricos e Filosóficos da Educação*. Maringá: Unicesumar.

Afonso, N. (2005). *Investigação naturalista em educação*. Um guia prático e crítico. Lisboa: Edições ASA.

Aires, L. (2015). *Paradigma qualitativo e práticas de investigação educacional*. Lisboa: Universidade Aberta.

Alberts, B. M. (1994). *A foundation for science in the 21 century: Researchers and physicians as science educators*. Annual Klopsteg Lecture, Northwestern University, Evanston, IL.

Alonso, L. G. (Coord.). (1996). *Inovação Curricular e Mudança Escolar: O Contributo do Projecto PROCUR*. Lisboa: Ministério da Educação. Cadernos PEPT 2000

Artz, A. F. (1994). Integrating Writing and Cooperative Learning in the Mathematics Class. *Mathematics Teacher*, 87(2), 80-85.

Bell, D. (2016). The reality of STEM education, design and technology teachers' perceptions: a phenomenographic study. *International Journal of Technology and Design Education*, 26, 61–79.

<http://dx.doi.org/10.1007/s10798-015-9300-9>

Bentley, M. (1995). US science education: Prospects for reform. *Australian Science Teachers Journal*, 41(3), 20-27.

Berlin, D. & Lee, H. (2005). Integrating science and mathematics education: historical analysis. *School Science and Mathematics*, 105(1), 15–24.

Bisquerra, R. A. (2000). *Educación Emocional e Bien-estar*. Barcelona: Praxis.

ISBN: 84-7197-593-9

Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.

Brasil (2018). *Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio*. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica.

Breiner, J. M. et al. (2012). What Is STEM? A Discussion about Conceptions of STEM in Education and Partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3–11.

Brito, A. X., & Leonardos, A. C. (2001). A identidade das pesquisas qualitativas: construção de um quadro analítico. *Cadernos de Pesquisa*, 113, 7-38.

Brooks, G.J., & Brooks, G.M. (1993). *In search of understanding: The case for constructivism classroom*. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development.

Calado, S., Neves, I. P., & Morais, A. M. (2019). Conceptual demand of science curricula: a study at the middle school level. *Pedagogies: an international journal*, 8(3), 255-277. <https://doi.org/10.1080/1554480X.2013.795698>

Carmo, A. B. (2006). *A linguagem matemática em uma aula experimental de Física*. (Mestrado em Educação). Universidade de São Paulo, - São Paulo, SP, Brasil. obtido de [http://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1179257833031\\_143398847\\_17436/EDM5806\\_Carmo.pdf](http://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1179257833031_143398847_17436/EDM5806_Carmo.pdf)

Carlson, L., Humphrey, G., & Reinhardt, K. (2003). *Weaving science inquiry and continuous assessment*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Carvalho, A. M. P. (2013). *Ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas*. In Carvalho, A. M. P. (Org.). *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula*. (pp. 1–20). São Paulo, SP: Cengage Learning.

Carvalho, L. O., & Villani, A. (1996). *Aprendizagem dos Princípios de Conservação em entrevistas Didáticas*. *Investigações em Ensino de Ciências – V. 1*, pp.76-94. Obtido de [file:///C:/Users/frede/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge\\_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/647-1311-1-SM%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/frede/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/647-1311-1-SM%20(1).pdf)

Chiang-Hanisko, L., Newman, D., Dyess, S., Piyakong, D. & Liehr, P. (2006). *Guidance for using mixed methods design in nursing practice research*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apnr.2015.12.006>

- Connor, A.M., Karmonar, S., & Whittington, C. (2015). From STEM to STEAM: Strategies for enhancing engineering & technology education. *International Journal of Engineering Pedagogies*, 5(2), 37-47. <http://dx.doi.org/10.3991/ijep.v5i2.4458>.
- Creswell J.W. (2010). *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. 3ª ed. Porto Alegre (RS): Artmed.
- Creswell, J. W. (2014). *Investigação qualitativa e projeto de pesquisa: Escolhendo entre cinco abordagens* (3a ed.). Porto Alegre: Penso.
- Creswell, J. W., & Tashakkori, A. (2007) Developing publishable mixed methods manuscripts. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(2), 107-111.
- Creswell, J.W., & Clark, V. L. P. (2007) *Designing and conducting Mixed Methods Research*. Lincoln: Sage.
- Crippen, K. J., & Antonenko, P. D. (2018). *Designing for collaborative problem solving in STEM cyberlearning*. In J. D. Yehudit, Z. R. Mevarech, & D. R. Baker (Eds.). Cognition, metacognition, and culture in STEM education, innovation in science education and technology, 24. Weston, MA: Springer International Publishing AG. doi:10.1007/978-3-319-66659-4\_5
- Danna, M. F. Matos, M. A. (2006). *Aprendendo a observar*. São Paulo: Edicon de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum.
- Departamento do Ensino Básico – DEB (2000). *Currículo nacional do ensino básico – Competências essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (1998). *The landscape of qualitative research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, IncDurkein.
- Doorenbos A.Z. (2014). *Mixed methods in nursing research: an overview and practical examples*. *Kango Kenkyu*. Consultado em 20 de junho de 2019. Obtido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4287271/pdf/nihms642265.pdf>
- Faria, M. da S. (2019) *Dificuldade de aprendizagem em física à luz da teoria da carga cognitiva*. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.931>



Fensham, P. J. (2015). *Connoisseurs of science: a next goal for science education?* In D. Corrigan, C. Buntting, J. Dillon, A. Jones, & R. Gunstone (Eds.). *The future in learning science: what's in it for the learner?* (pp. 35-59). Dordrecht: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-16543-1\_3

Fetters M.D., Curry L.A., & Creswell J.W. (2014) *Achieving integration in mixed methods designs – principles and practices*. [https:// dx.doi.org/10.1111%2F1475-6773.12117](https://dx.doi.org/10.1111%2F1475-6773.12117)

Filho, L. & Manuel, B. (1978). *Introdução ao estudo da escola nova: bases, sistemas e diretrizes da Pedagogia contemporânea*. - 12ª ed. - São Paulo: Melhoramentos.

Fiolhais, C., & Trindade, J. F. (1998, novembro). Física para todos – Concepções Erradas em Mecânica e Estratégias Computacionais. *1º Colóquio de Física do Instituto Politécnico de Tomar - A Física no Ensino, na Arte e na Engenharia*. Obtido de [https://www.researchgate.net/publication/234037798\\_Fisica\\_para\\_todos\\_-\\_concepcoes\\_erradas\\_em\\_mecanica\\_e\\_estrategias\\_computacionais/link/09e4150e737c0b7158000000/download](https://www.researchgate.net/publication/234037798_Fisica_para_todos_-_concepcoes_erradas_em_mecanica_e_estrategias_computacionais/link/09e4150e737c0b7158000000/download)

Fitzallen, N., Watson, J., Wright, S. & Duncan, B. (2018). *Data representations in a STEM context: the performance of catapults*. M. A. Sorto, A. White, e L. Guyot (Eds.), *Proceedings of the 10th International Conference on Teaching Statistics*. Voorburg, The Netherlands: IASE and ISI.

Fontana, A., & Frey, J. (1994). Interviewing: The Art of Science. In N. Denzin, & Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of Qualitative Research* (pp. 361-376). Thousand Oaks, CA: Sage Publication, Inc.

Ford, M. J. (2015). Educational implications of choosing “practice” to describe Science in Next Generation of Science Standards. *Science Education*, 99(5), 1041–1048.

Gibbs, G. (2009). *Análise de dados qualitativos (Coleção pesquisa qualitativa)*. Porto Alegre: Artmed.

Goleman, D. (1999). *Trabalhar com Inteligência Emocional*. Lisboa: Temas e Debates. ISBN: 972-759-180-9

- Gonzalez, H. B., Kuenzi, J. J. (2012, agosto). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer. *Congressional Research Service*. Obtido de <https://fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf>
- Guba, E. G. (1981). Criteria for assessing the trustworthiness of naturalistic inquiries. *Educational Communication and Tecnology*, 29(2), 75-91.
- Guimarães, A. J. A., & Guimarães, L. P. (2018, fevereiro). STEM Education e o Ensino de Engenharia. *Simpósio*, n. 6. Obtido de <http://revista.ugb.edu.br/ojs302/index.php/simposio/article/view/669>
- Halloun, I. & Hestenes, D. (1985). The initial Knowledge state of college Phusics students, *Am. J. Phys.* 53(11), 1043-1048. <https://doi.org/10.1119/1.14030>
- Hernandez, F., & Ventura, M. (1998). *A organização do currículo por projetos de trabalho: o conhecimento é um caleidoscópio*. Porto Alegre: Artmed.
- Holbrook, J. (2008). Introduction to the special issue of science education international devoted to PARSEL. *Science Education International*, 19(3), 257-266.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. & Crujeiras, B. (2017). Epistemic practices and scientific practices in science education. In Taber, K. S, & Akpan, B. (Eds.). *Science Education: an International Course Companion*, p. 69-80. Rotterdam: Sense Publishers.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3, (1-11).
- Kerscher, M. M. (2017) *Experimentação abstrata num espaço-escola-espaço e a matemática que percorre com crianças*. (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.
- Kirubaraj, H. S., & Santha, N. (2018). Inquiry-based learning: an introspection. *Asian Journal of Nursing Education and Research*, 8(1), 145-148. doi:10.5958/23492996.2018.00030
- Kotkas, T., Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2016). Identifying characteristics of science teaching/learning materials promoting students' intrinsic relevance. *Science Education International*, 27(2), 194-216.

- Lai, Y. H., Ho, C.I., & Chung, J. C. (2018) *The reason why the people use instagran: quantitative vs. Qualitative approach*. In Proceedings of the global conference on business, hospitality, and tourism research. V.1. University of South California:Anahei Publishing.
- Larrosa, J. (2016). *Tremores: escritos sobre experiência*. Belo Horizonte: Autêntica.
- Lederman, N.G. & Niess, M.L. (1998). 5 apples + 3 oranges? *School Science and Mathematics*, 98(6), 281–284.
- Lesseig, K., Slavitt, D. & Nelson T. H. (2017). Jumping on the STEM bandwagon: how middle grades students and teachers can benefit from STEM experiences, *Middle School Journal*, 48(3), 15-24.
- Lozano, S. R., & Cardenas, M. (2002). Some Learning Problems Concerning the Use of Symbolic Language in Physics. *Science e Education*, 11(6), 589-599. doi: 10.1023/A:1019643420896
- Lüdke, M. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU
- Martins, I. (2002). *Educação e Educação em Ciências*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Martins, I. & Veiga, M. L. (1999). *Uma análise do currículo da escolaridade básica na perspectiva da educação em ciências*. Lisboa: IIE.
- McDermott, L. (1984), Research on conceptual Understanding in Mechanics, *Phys. Today*, 37 (7), 24. <https://doi.org/10.1063/1.2916318>
- Merriam, S. B., & Tisdell, E. J. (2016). *Qualitative research: a guide to design and implementation* (4th ed.). San Francisco: Jossey-Bass.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldana, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). Thousand Oaks: SAGE.
- Morrison, J. (2006). *STEM education monograph series: Attributes of STEM education*. Teaching Institute for Essential Science, Baltimore, MD.
- National Research Council (2003). *Improving undergraduate instruction in science technology, engineering, and mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.

National Science Teachers Association (1992). *The content core: A guide for curriculum designers. (Scope, Sequence, and Coordination of Secondary School Science Project)*. Washington, DC: NSTA.

Ní Ríordáin, M., Johnston, J. & Walshe, G. (2016). Making mathematics and science integration happen: key aspects of practice. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 47(2), 233–255 .

Osborne, J. (2016). *Defining a knowledge base for reasoning in Science: the role of procedural and epistemic knowledge*. In Duschl, R. A. & Bismarck, A. S. (eds.), *Reconceptualizing STEM Education: the central role of practice*.

Papert, S. (1985) *Micromundos: incubadores para o conhecimento*. In *Logo: Computadores e Educação*(, pp. 148-164). São Paulo: Editora Brasiliense.

Paranhos, R., Filho, D. F., da Rocha, E. C., da Silva Junior, J. A., & Freitas, D. (2016). Uma introdução aos métodos mistos. *Sociologias*, 18(42), 384-411. <http://dx.doi.org/10.1590/15174522-018004221>

Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research & evaluation methods* (3rd ed.). Thousand Oaks: SAGE.

Pavão, A.C. & Freitas, D. (2008). *Quanta ciência há no ensino de Ciências*. São Paulo: EdUFSCar.

Perrenoud, P. (1995). *Ofício de aluno e sentido do trabalho escolar*. Porto: Porto Editora.

Pierson, A. H. C. (1997) *O Cotidiano e a busca de sentido para o Ensino de Física*. (Tese de Doutorado). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Pugliese, G. O. (2017). *Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM*. (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil. Obtido de [http://www.repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/331557/1/Pugliese\\_GustavoOliveira\\_M.pdf](http://www.repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/331557/1/Pugliese_GustavoOliveira_M.pdf)

Rahman, M., S. (2017). The advantages and disadvantages of using qualitative and quantitative approaches and methods in language “testing and assessment” research: a

literature review. *Journal of Education and Learning*, 6(1), 102-112. doi: 10.5539/jel.v6n1p102

Reis, P. (2006). Ciência e educação: que relação? *Interacções*, 2(3), 160-187.

Rahman, M., S. (2017). The advantages and disadvantages of using qualitative and quantitative approaches and methods in language “testing and assessment” research: a literature review. *Journal of Education and Learning*, 6(1), 102-112. doi: 10.5539/jel.v6n1p102

Reiss, M. J., Mujtaba, T. (2017). Should we embed careers education in STEM lessons? In *The Curriculum Journal*, 28(1), 137–150. <https://doi.org/10.1080/09585176.2016.1261718>

Reiss, M. J. (2015). Learning for a better world: futures for science education. In D. Corrigan, C. Bunting, J. Dillon, A. Jones, & R. Gunstone (Eds.). *The future in learning science: what's in it for the learner?* (19-34). Dordrecht: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-16543-1\_2

Rennie, G. Venville, & J. Wallace (2012). *Integrating science, technology, engineering, and mathematics: Issues, reflections, and ways forward* (1-11). New York: Routledge.

Reyna, C. P. (1997). *Vídeo e pesquisa antropológica: encontros e desencontros*. Biblioteca on-line de Ciências da Comunicação. Obtido de <http://www.bocc.ubi.pt>.

Ritz, J. M., & Fan, S.C. (2015). STEM and technology education: international state-of-the-art. In *International Journal of Technology and Design Education*, 25 (4), 429–451.

Romanelli, G. A. (1998). Entrevista antropológica: troca e alteridade. *Revista do Programa de Pós-Graduação em Psicologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto*, 119-133.

Rosa, C. W., Rosa, A. B. (2005). Ensino de Física: Objetivos e Imposições no Ensino Médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(1), 1-18.

Ross, R. et.al. (2017). *LaserTag for STEM Engagement and Education*. IEEE Access

Rossmann, G. B., & Rallis, S. F. (2012). *Learning in the field: an introduction to qualitative research* (3ª ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc.

Roth, M. (2002). Aprender ciencias en y para la comunidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (2), 195.

Rutberg, S., & Bouikidis, C. D. (2018). Focusing on the fundamentals: a simplistic differentiation between qualitative and quantitative research. *Nephrology Nursing Journal*, 45(2), 209-212.

Saarni, C. (1999). “*Competência Emocional e autocontrole na infância*”. In Salovey P., & Sluter. D. J. (Org.). *Inteligência Emocional da Criança. Aplicações na Educação e no dia a dia*. RJ: Campus. Pp. 54-96. ISBN: 85-352-0398-2

Sandelowski, M., Voils, C. I., & Barroso, J. (2006). Defining and designing mixed research synthesis studies. *Research in the Schools: A Nationally Refereed Journal Sponsored by the Mid-South Educational Research Association and the University of Alabama*, 13(1), 29-43.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68 (4), 20–26.

Sasseron, L. H. (2015). Alfabetização Científica, Ensino Por Investigação e Argumentação: Relações Entre Ciências Da Natureza E Escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 17. 49–67.

Sasseron, L. H. (2018). *Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular RBPEC* 18 (3), 1061–1085. Obtido de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4833/3034>

Sasseron, L.H. (2010). *Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do ensino da Física*. In Carvalho, A. M. P., et al. *Ensino de Física* (Cap. 1). São Paulo: Cengage Learning

Savelle, T. (2017). The advantages and disadvantages of quantitative methods in schoolscape research. *Linguistics and education*, 44, 31-44. <https://doi.org/10.1016/j.linged.2017.09.004>

Seidman, I. (2006). *Interviewing as qualitative research: a guide for researchers in education and the social sciences*. Amsterdam Avenue, NY: Teachers College Press.

Shoring, N. (1995). Project work: Why should you include it in your teaching program?. *Australian Science Teachers Journal*, 41 (3), 28-29.

- Silverman, D., & Marvasti, A. (2008). *Doing qualitative research: a comprehensive guide*. Londres: Sage Publications.
- Stroupe, D. (2014). Examining Classroom Science Practice Communities: How Teachers and Students Negotiate Epistemic Agency and Learn Science-as-Practice. *Science Education*, 98(3), 487–516. doi: 10.1002/sce.21112
- Tracy, S. J. (2013). *Qualitative research methods: Collecting evidence, crafting analysis, communicating impact*. Chichester: Wiley-Blackwell.
- Tsupros, N., Kohler, R., & Hallinen, J. (2009). *STEM education: A project to identify the missing components*. Intermediate Unit 1: Center for STEM Education and Leonard Gelfand Center for Service Learning and Outreach, Carnegie Mellon University, Pennsylvania.
- Verdasca, J. L.C. (2018). *Programa Nacional de Promoção do Sucesso Escolar: linhas gerais de enquadramento*. <http://hdl.handle.net/10174/23241>
- Vygotsky, L. S. (2005) *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.
- Wang, H.H., Moore, T. J., Roehrig G. H. & Park M.S. (2011). STEM Integration: Teacher Perceptions and Practice. *University of Minnesota Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1–13. <https://doi.org/10.5703/1288284314636>
- Wong, V., Dillon, J. e King, H. (2016). STEM in England: meanings and motivations in the policy arena. In: *International Journal of Science Education*, 38 (15), 2346–2366. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1242818>
- Woolnough, B. E. (1994). *Effective science teaching*. Bristol: Open University Press.
- Yakman, G. (2008). *STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education*. Virgínia Polytechnic and State University: USA. Obtido de <https://www.iteea.org/File.aspx?id=86752&v=75ab076a>.

---

## Apêndices

---



**MATERIAL DESTINADO AO ESTUDANTE**

**Proposta de atividade**

# **DISTÂNCIAS SEGURAS**

# SUMÁRIO

ETAPA 01 – DISTÂNCIAS SEGURAS: AS PESQUISAS E O PLANEJAMENTO	03
ETAPA 02 – DISTÂNCIAS SEGURAS: O PROJETO DE UM PROTÓTIPO	06
ETAPAS 01 E 02 – REFLETINDO E REVISANDO!	08
ETAPAS 03 – DISTÂNCIAS SEGURAS: PROGRAMAÇÃO DOS PROTÓTIPOS	09
ETAPAS 04 – DISTÂNCIAS SEGURAS: VELOCIDADE, DISTÂNCIA MÍNIMA E SIMULAÇÕES	11
DESAFIO FINAL!	13
REUNIÃO DE ENCERRAMENTO DO PROJETO	14

## ETAPA 01 – DISTÂNCIAS SEGURAS: AS PESQUISAS E O PLANEJAMENTO

**E**m rodovias ao redor do planeta não é incomum, avisos da distância mínima entre os veículos para que o trânsito na rodovia, aconteça com a maior segurança possível. E então, qual seria o plano para tornar possível determinar a velocidade e a distância mínima de segurança entre dois veículos em uma rodovia? E para uma frenagem em segurança? Que fatores externos aos veículos podem influenciar nessa distância mínima entre os veículos durante uma frenagem?

Para responder a essas questões você e sua equipe foram designados para:

- 1º) pesquisar sobre a determinação, cálculo da velocidade e determinação das distâncias mínimas entre veículos para as diferentes velocidades em uma rodovia;
- 2º) pesquisar sobre a construção de estruturas dos automóveis;
- 3º) planejar todos os itens necessários para determinar a velocidade e a distância mínima de segurança dos veículos;
- 4º) planejar o protótipo de um carro;

O tempo de execução dessa etapa do projeto para a sua equipe é de 100 minutos.

**BOA SORTE!**

### **Materiais necessários**

Computador com conexão à internet

LEGO Web Designer (opcional)

Lápis coloridos

Régua

Trena

DICA!  
Coloque em seu plano quem serão os responsáveis de sua equipe em cada etapa.

**Qual seria o plano para tornar possível determinar a velocidade e a distância mínima de segurança, entre dois veículos em uma rodovia? E para uma frenagem em segurança? (Descreva com sua equipe todas as necessidades e os sites pesquisados)**

DICA!  
Coloque em seu plano quem serão os responsáveis de sua equipe em cada etapa.

**C**omo você planejaria construir uma estrutura de chassi de um **carro?** (Descreva as etapas de construção e os sites pesquisados)

## ETAPA 02 – DISTÂNCIAS SEGURAS: O PROJETO DE UM PROTÓTIPO

**U**ma rodovia apresenta condições diversas de trajetórias, elevações entre outros pontos. Agora pense em como construir uma estrutura confiável para um veículo?

Para responder a essas questões você e sua equipe deverá:

1º) projetar dois protótipos de chassis de um carro;

2º) projetar duas carrocerias para seus protótipos;

O tempo de execução dessa etapa do projeto para a sua equipe é de 100 minutos.

**BOA SORTE!**

### Materiais necessários

Bloco programável Lego EV03

Sensor ultrassônico

Sensor de Luz

Vigas e conectores LEGO

Rodas e eixos

servomotores

Computador com software Mindstorms EV3 instalado

Caixa de papel

Tesoura

Lápis coloridos

Régua

Trena

Fita adesiva

**ATENÇÃO!**  
Se for utilizar o Lego Web designer, provavelmente, necessitará de um tempo extra. Converse com seu professor!

**D**esenhe aqui o projeto de design do seu protótipo! Mostre também quais serão as etapas. Se quiser podes projetar no software livre, LEGO web Designer ( <https://www.lego.com/pt-br/ldd> ) e inserir a imagem de seu projeto abaixo.

## ETAPAS 01 E 02 – REFLETINDO E REVISANDO!

**U**m momento para rever nossos projetos e perceber o que pode ser melhorado é sempre uma boa ideia, afinal sempre podemos enxergar novas maneiras de perceber as coisas, mas nem sempre é fácil.

**C**ompare com seu projeto de design inicial e descreva abaixo quais alterações foram necessárias até o resultado final.

Discuta em equipe quais foram os pontos mais difíceis dos planejamentos. Como a equipe faria para facilitar os pontos mais difíceis?



## ETAPAS 03 – DISTÂNCIAS SEGURAS: PROGRAMAÇÃO DOS PROTÓTIPOS

**P**ara simular as situações descritas na etapa 01 é necessária uma programação para os protótipos. Como sua equipe irá desenvolver?

Para responder a essas questões você e sua equipe deverá:

1º) elaborar uma programação que desloque um dos protótipos e possibilite determinar a velocidade deste;

2º) elaborar uma programação que realize a frenagem na distância mínima de segurança;

3º) testar e ajustar as soluções de programação e estruturas desenvolvidas

O tempo de execução dessa etapa do projeto para a sua equipe é de 100 minutos.

**BOA SORTE!**

Materiais necessários	Protótipos construídos
	Computador com software Mindstorms
	EV3 instalado
	Caixa de papel
	Tesoura
	Lápis coloridos
	Régua
	Trena
	Fita adesiva
	Cronômetro

**DICA!**  
Dividam as responsabilidades em sua equipe durante esse processo.

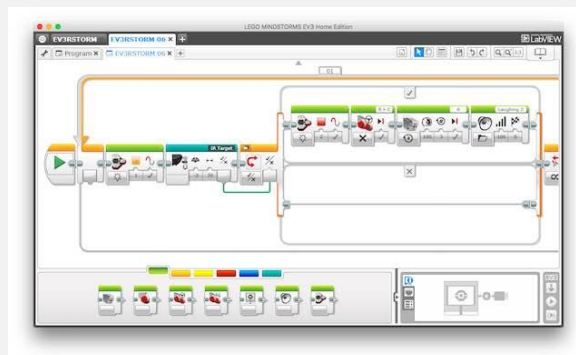
Descreva aqui como serão os programas que seu protótipo deve executar para:

a) Ser possível determinar a velocidade

b) Realizar a frenagem dentro da distância mínima de segurança

## Desafio!

No software Mindstorms EV3, construa a programação para os raciocínios acima de sua equipe.



## ETAPAS 04 – DISTÂNCIAS SEGURAS: VELOCIDADE, DISTÂNCIA MÍNIMA E SIMULAÇÕES

Para responder a essas questões você e sua equipe deverá:

1º) determinar a velocidade e a distância mínima entre os protótipos;

2º) simular as situações de frenagem com a distância mínima entre os veículos;

O tempo de execução dessa etapa do projeto para a sua equipe é de 100 minutos.

**BOA SORTE!**

### Materiais necessários

Bloco programável Lego EV03

Sensor ultrassônico

Sensor de Luz

Vigas e conectores lego

Computador com software Mindstorms EV3 instalado

Caixa de papel

Tesoura

Lápis coloridos

borracha

Régua

Trena

Fita adesiva

Cronômetro

**DICA!**  
Dividam as responsabilidades em sua equipe durante esse processo, mas não esqueça de cooperar sempre que perceber alguma dificuldade de um dos integrantes de sua equipe.

**C**oloque aqui as representações matemáticas que serão utilizadas para determinar a velocidade e a distância mínima de segurança? (Descreva o significado destas)

**D**etermine a intensidade da velocidade do protótipo e a distância mínima entre eles.

# Desafio Final!

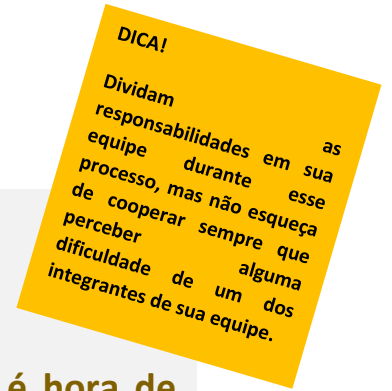
Agora que seu protótipo está pronto e programado, é hora de realizar as simulações. Agora é com sua equipe!

Registre abaixo as alterações que foram necessárias durante os testes de sua equipe.

Na estrutura do protótipo:

Na programação:

Na função entre os integrantes de sua equipe:



## Reunião de encerramento do projeto

Seu projeto está finalizado e testado, mas alguns pontos podem ser discutidos. Com base em sua experiência nesse projeto se reúna com sua equipe para refletir alguns pontos, descritos abaixo.

Coloque em ordem decrescente as etapas que julgam que aprenderam mais.

Coloque em ordem decrescente as etapas que julgaram mais difíceis.

Quais pontos a equipe percebe que melhorou após o projeto?

Em que você acredita que a equipe precisará melhorar?

**MATERIAL DESTINADO AO ESTUDANTE**

**Proposta de atividade**

# **O MOVIMENTO E SUAS QUANTIDADES**

# SUMÁRIO

ETAPA 01 – O MOVIMENTO E SUAS QUANTIDADES: AS PESQUISAS E PLANEJAMENTOS	03
ETAPA 02 – O MOVIMENTO E SUAS QUANTIDADES: O PROJETO DE UM PROTÓTIPO	06
ETAPAS 01 E 02 – REFLETINDO E REVISANDO!	08
ETAPAS 03 – O MOVIMENTO E SUAS QUANTIDADES: PROGRAMAÇÃO DOS PROTÓTIPOS	09
ETAPAS 04 – O MOVIMENTO E SUAS QUANTIDADES: QUANTIDADE DE MOVIMENTO, IMPULSO E SIMULAÇÕES	11
DESAFIO FINAL!	13
REUNIÃO DE ENCERRAMENTO DO PROJETO	14



# ETAPA 01 – O MOVIMENTO E SUAS QUANTIDADES: AS PESQUISAS E O PLANEJAMENTO

**O**s veículos de massa considerável, como por exemplo, os caminhões e carros que circulam por rodovias, necessitam iniciar as frenagens em pontos diferentes, pontos esses, associados na prática, a perícia do motorista e experiência. Como seria a organização de um plano que possibilite entender as diferenças entre os pontos de início de frenagem de um carro e de um caminhão? Que fatores podem alterar o ponto de início dessas frenagens?

Para responder a essas questões você e sua equipe foram designados para:

- 1º) pesquisar sobre os conceitos de quantidade de movimento, impulso, colisões e o cálculo dessas grandezas;
- 2º) planejar os protótipos com massas de grande diferença;
- 3º) planejar todos os itens necessários para determinar a quantidade de movimento e impulso associados a um caminhão e um veículo leve;

O tempo de execução dessa etapa do projeto para a sua equipe é de 100 minutos.

**BOA SORTE!**

## Materiais necessários

Computador com conexão à internet  
LEGO Web Designer (opcional)  
Lápis coloridos  
Régua  
Trena

**DICA!**  
Coloque em seu plano quem serão os responsáveis de sua equipe em cada etapa.

**Q**ual seria o plano que possibilite entender as diferenças entre os pontos de início de frenagem de um carro e de um caminhão? Que fatores podem influenciar o ponto de início dessas frenagens? (Descreva com sua equipe todas as necessidades e os sites pesquisados)

## ETAPA 02 – O MOVIMENTO E SUAS QUANTIDADES: O PROJETO DOS PROTÓTIPOS

**O**s pontos de frenagem podem ocorrer em diversos tipos de terrenos e situações. Agora pense, como construir estruturas confiáveis para os veículos?

Para responder a essas questões você e sua equipe deverá:

1º) projetar dois protótipos: de um carro\* e de um caminhão;

2º) projetar duas carrocerias com massas diferentes para seus protótipos\*;

*\*atente-se para que as massas sejam bem diferentes, para isso, podes optar pela construção do carro com materiais recicláveis de baixa massa.*

O tempo de execução dessa etapa do projeto para a sua equipe é de 100 minutos.

**BOA SORTE!**

### Materiais necessários

Bloco programável Lego EV03  
Sensor ultrassônico  
Sensor de Luz  
Vigas e conectores LEGO  
Rodas e eixos  
Servo motor  
Computador com software Mindstorms EV3 instalado  
Materiais recicláveis  
Tesoura  
Lápis coloridos  
Régua  
Trena  
Fita adesiva  
Balança

**ATENÇÃO!**

Se for utilizar o Lego Web designer, provavelmente, necessitará de um tempo extra. Converse com seu professor!

**D**esenhe aqui os projetos de design dos seus protótipos?

Mostre também, quais serão as etapas. Se quiser podes projetar no software livre, LEGO web Designer ( <https://www.lego.com/pt-br/ldd> ) e inserir a imagem de seu projeto abaixo.

## ETAPAS 01 E 02 – REFLETINDO E REVISANDO!

**U**m momento para rever nossos projetos e perceber o que pode ser melhorado é sempre uma boa ideia, afinal sempre podemos enxergar novas maneiras de perceber as coisas, mas nem sempre é fácil.

**C**ompare com seu projeto de design inicial e descreva abaixo quais alterações foram necessárias até o resultado final.

Discuta em equipe quais foram os pontos mais difíceis dos planejamentos. Como a equipe faria para facilitar os pontos mais difíceis?

## ETAPAS 03 – O MOVIMENTO E SUAS QUANTIDADES: PROGRAMAÇÃO DOS PROTÓTIPOS

**P**ara simular as situações descritas na etapa 01 é necessária uma programação para os protótipos. Como sua equipe irá desenvolver?

Para responder a essas questões você e sua equipe deverá:

1º) elaborar uma programação que desloque um dos protótipos, e, possibilite determinar a quantidade de movimento e impulso deste. **(atente-se que medir a velocidade é relevante);**

2º) elaborar uma programação que propicie a colisão entre o protótipo do caminhão e o protótipo do carro;

3º) testar e ajustar as soluções de programação e estruturas desenvolvidas

O tempo de execução dessa etapa do projeto para a sua equipe é de 100 minutos.

**BOA SORTE!**

### Materiais necessários

Protótipos construídos  
Computador com software Mindstorms EV3 instalado  
Materiais recicláveis  
Medidor de Massa  
Tesoura  
Lápis coloridos  
Régua  
Trena  
Fita adesiva  
Cronômetro

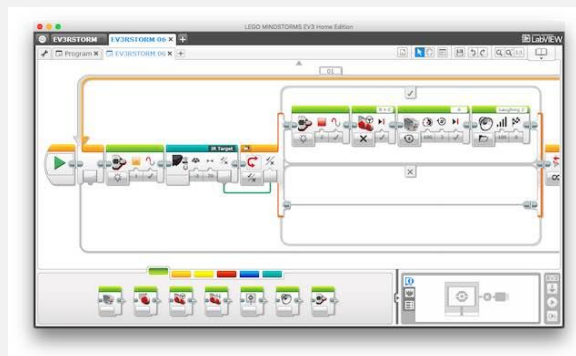
**DICA!**  
Dividam as responsabilidades em sua equipe durante esse processo.

Descreva aqui como serão os programas que seu protótipo de caminho deve executar para:

1. Ser possível determinar a velocidade e quantidade de movimento
2. Ser possível determinar o Impulso

# Desafio!

**No software Mindstorms EV3, construa a programação para os raciocínios acima de sua equipe.**



## ETAPAS 04 – O MOVIMENTO E SUAS QUANTIDADES: QUANTIDADE DE MOVIMENTO, IMPULSO E SIMULAÇÕES

Para responder a essas questões você e sua equipe deverá:

1º) determinar a velocidade, a quantidade de movimento e o impulso do protótipo de um caminhão;

2º) simular as situações com pontos de frenagens variados, suas respectivas quantidades de movimento e impulsos;

3º) Perceber as consequências da colisão entre o protótipo de caminhão com o protótipo do carro.

O tempo de execução dessa etapa do projeto para a sua equipe é de 100 minutos.

### Materiais necessários

Bloco programável Lego EV03

Sensor ultrassônico

Sensor de Luz

Vigas e conectores lego

Computador com software Mindstorms EV3 instalado

Materiais Recicláveis

Tesoura

Lápis coloridos

Borracha

Régua

Trena

Fita adesiva

Cronômetro

Balança



DICA!  
Dividam as responsabilidades em sua equipe durante esse processo, mas não esqueça de cooperar sempre que perceber alguma dificuldade de um dos integrantes de sua equipe.

**C**oloque aqui as representações matemáticas que serão utilizadas para determinar a velocidade, a Quantidade de Movimento e o impulso? (Descreva o significado destas)

**D**etermine a intensidade da velocidade, a Quantidade de movimento e o impulso.

# Desafio Final!

Agora que seu protótipo está pronto e programado, é hora de realizar as simulações para determinar o ponto de frenagem do caminhão e simular impactos entre este e o carro. Agora é com sua equipe!

Registre abaixo as alterações que foram necessárias durante os testes de sua equipe.

Na estrutura do protótipo:

Na programação:

Na função entre os integrantes de sua equipe:

**DICA!**  
Dividam as responsabilidades em sua equipe durante esse processo, mas não esqueça de cooperar sempre que perceber alguma dificuldade de um dos integrantes de sua equipe.

## Reunião de encerramento do projeto

Seu projeto está finalizado e testado, mas alguns pontos podem ser discutidos. Com base em sua experiência nesse projeto se reúna com sua equipe para refletir alguns pontos, descritos abaixo.

Coloque em ordem decrescente as etapas que julgam que aprenderam mais.

Coloque em ordem decrescente as etapas que julgaram mais difíceis.

Quais pontos a equipe percebe que melhorou após o projeto?

Em que você acredita que a equipe precisará melhorar?

**MATERIAL DO ESTUDANTE**

**PROPOSTA DE ATIVIDADE**

**O DESAFIO DA CIDADE**

# SUMÁRIO

DESAFIO DA CIDADE

03

REUNIÃO DE ENCERRAMENTO DO PROJETO

05

## O DESAFIO DA CIDADE

**N**as cidades de um modo geral, não é plenamente possível ruas com traçado em linha reta, muitas vezes o motorista é exposto a trajetórias que possuem curvaturas diferentes. Como você e sua equipe já vivenciaram a pesquisa e a construção do protótipo de um veículo, e, também, puderam realizar alguns testes. Que tal realizar um Upgrade para o veículo realizar curvas?

Para responder a essas questões você e sua equipe foram designados para:

- 1º) pesquisar sobre como fazer o protótipo realizar uma curva;
- 2º) planejar todos os itens necessários para que o veículo realize a curva;
- 3º) planejar as alterações no protótipo de um carro para que realize a curva;

O tempo de execução dessa etapa do projeto para a sua equipe é de 100 minutos.

**BOA SORTE!**

### Materiais Necessários

- Computador com conexão à internet
- Bloco programável Lego EV03
- Sensor ultrassônico
- Sensor de Luz
- Vigas e conectores LEGO
- Rodas e eixos
- Servo motor
- Computador com software Mindstorms instalado
- Tesoura
- Lápis coloridos
- Régua
- Trena
- Fita adesiva preta
- Lápis coloridos
- Régua
- Trena

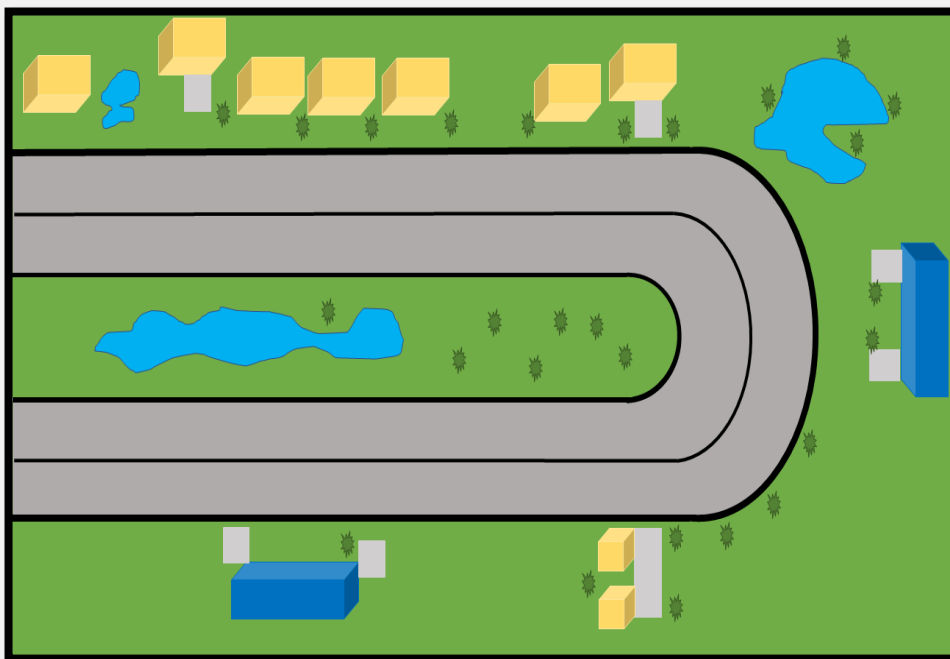
DICA!

Atenção com a superfície onde você e sua equipe vão afixar a fita adesiva preta.

# Agora é com você e sua equipe!

Construa a pista com uma curva e proponham os ajustes no protótipo para que ele realize a curva.

(Descreva com sua equipe todas as necessidades e os sites pesquisados, para ajudar segue um exemplo de traçado)



## Reunião de encerramento do projeto

Seu projeto está finalizado e testado, mas alguns pontos podem ser discutidos. Com base em sua experiência nesse projeto se reúna com sua equipe para refletir alguns pontos, descritos abaixo.

Coloque em ordem decrescente as etapas que julgaram que aprenderam mais.

Coloque em ordem decrescente as etapas que julgaram mais difíceis.

Quais pontos a equipe percebe que melhorou após o projeto?

Em que você acredita que a equipe precisará melhorar?



**MATERIAL DO ESTUDANTE**

**PROPOSTA DE ATIVIDADE**

**TEM SOLUÇÃO?**

# SUMÁRIO

**Tem solução?**

**03**

**A**s cidades cada vez mais sofrem de longos congestionamentos, muito porque os semáforos represam os veículos com sua falta de sincronia. Além disso, outros fatores como a largura das vias que são inadequadas e não acompanham o crescimento da quantidade de veículos, os cidadãos que optam pelo transporte privado ao invés do público, entre outros fatores.

Você e sua equipe foram convocados para realizar uma pesquisa de duas grandes avenidas para analisar os principais fatores percebidos que são responsáveis pelo congestionamento, e, com base nos fatores propor soluções.

Para isso, selecionem dois vídeos que apresentam congestionamento para fazer a pesquisa (Todo fator percebido deve ser levado em conta para posterior discussão no grupo).

Para responder a essas questões você e sua equipe foram designados para:

1º) pesquisar sobre os principais motivos de um congestionamento;

2º) pesquisar sobre soluções existentes;

3º) selecionar e analisar dois vídeos sobre congestionamentos.

O tempo de execução dessa etapa do projeto para a sua equipe é de 100 minutos.

### **Materiais necessários**

Computador com conexão à internet

Lápis

Caneta

Borracha

Folha A4

**DICA!**  
Coloque em seu plano quem serão os responsáveis de sua equipe em cada etapa.

**Qual seria o plano para tornar possível a análise dos fatores de congestionamento e propor soluções? (Descreva com sua equipe todas as necessidades e os sites pesquisados)**

## REFLETINDO E REVISANDO!

**U**m momento para rever nossos projetos e perceber o que pode ser melhorado é sempre uma boa ideia, afinal sempre podemos enxergar novas maneiras de perceber as coisas, mas nem sempre é fácil.

**A**nalise sua proposta inicial e descreva abaixo quais alterações necessárias foram necessárias até o resultado.

Discuta em equipe quais foram os pontos mais difíceis dos planejamentos. Como a equipe faria para facilitar os pontos mais difíceis?

# Reunião de encerramento do projeto

Seu projeto está finalizado e testado, mas alguns pontos podem ser discutidos. Com base em sua experiência nesse projeto se reúna com sua equipe para refletir alguns pontos, descritos abaixo.

Coloque em ordem decrescente as etapas que julgam que aprenderam mais.

Coloque em ordem decrescente as etapas que julgaram mais difíceis.

Quais pontos a equipe percebe que melhorou após o projeto?

Em que você acredita que a equipe precisará melhorar?

## Apêndice B – Guia de entrevistas

Construtos ou dimensões	Questões	Pontos de atenção
Campo Conceitual	1. O que aprenderam sobre Velocidade?	Formas de justificar Formas de concluir
	2. O que aprenderam sobre impulso e quantidade de movimento?	
	3. Que características das tarefas ajudaram na vossa aprendizagem (contextos familiares, discussões em turma, discussões em grupo/pares, estrutura semelhante das tarefas, aprendizagem por investigação) dos conceitos científicos?	
	4. Que dificuldades sentiram para aprender sobre Velocidade?	
	5. Que dificuldades sentiram sobre impulso e quantidade de movimento?	
	6. Que características das tarefas dificultaram a aprendizagem dos conceitos científicos?	
Campos do Raciocínio	7. Que dificuldades sentiram em justificar o conceito de Velocidade, Impulso e quantidade de movimento?	Formas de justificar Formas de concluir
	8. Que dificuldades sentiram em generalizar para outras situações do cotidiano?	
	9. Como é que os contextos das velocidades, impulso e quantidade de movimento, contribuíram para vos ajudar a justificar os temas estudados?	
Campos Processuais	10. Que dificuldades sentiram no planeamento das atividades experimentais?	Formas de Planeamento Formas de Representação Modos de Execução
	11. Que dificuldades tiveram na representação das equações da velocidade, impulso e quantidade de movimento?	
	12. As dificuldades diminuíram ao longo das tarefas?	
Relações STEM	13. Como os contextos das distâncias seguras, o movimento e suas quantidades, O desafio das cidades e tem Solução, vos ajudaram a tornar os conceitos científicos mais relevantes?	Presença de conceitos STEM
	14. Em que contextos contribuíram para desenvolverem competências para o futuro?	
	15. De que formas estas tarefas contribuíram para a escolha da área que terão de fazer no final do 9.º ano?	
	16. Como a ciência, da tecnologia, da engenharia e da matemática nestas tarefas facilitaram/dificultaram as vossas aprendizagens?	
	17. Que etapas das tarefas você julga que mais contribuíram para as relações STEM?	
	18. Qual a importância que você dá para as relações propostas entre o STEM, velocidade, impulso e quantidade de movimento?	

## Apêndice C – Questionário

Questões	Grau de concordância				
	Discordo completamente	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo plenamente
Qual o seu ano escolar?					
Qual a sua data de nascimento					
Qual o seu sexo?					
Já repetiu este ano?					
Qual a profissão de seu Responsável					
Q.1 Gosto de aprender física					
Q.2 Me interessa por conversar sobre Física					
Q.3 As atividades de Física dão a sensação do tempo passar rápido					
Q.4 Nas aulas, os temas de Física abordados são interessantes					
Q.5 Ao me deparar com alguma dificuldade em Física, logo pergunto a um colega					
Q.6 Quando percebo que uma atividade de Física é difícil, me direciono apenas as questões mais fáceis					
Q.7 Aos estudar Física, a relação a situações do meu dia-a-dia					
Q.8 Percebo que durante as aulas de Física, posso desenvolver meu raciocínio					
Q.9 Noto que ao estudar Física posso alterar alguns hábitos que favorecem minha saúde					
Q.10 O conhecimento que adquiro nas aulas de Física, consigo dividir com as pessoas para que elas alterem seus hábitos					
Q.11 Me interessa pelas aulas de Física, pois me ajudam a perceber o cotidiano					
Q.12 Desenvolver um mundo melhor necessita das Ciências					
Q.13 A conservação de nosso planeta tem relação com a Ciência					
Q.14 Acesso programas que falam sobre Ciências					
Q.15 Costumo ler reportagens, em jornais, revistas e links da internet que falam sobre Ciências					
Q.16 Percebo melhor o mundo à medida que entendo sobre Ciências					
Q.17 As pessoas de um modo geral devem ter opinião a respeito da Ciência					
Q.18 Me interessa na compreensão dos temas relacionados a Ciência					
Q.19 Tenho maior interesse pela disciplina de Ciências do que nas outras disciplinas					



Q.20 Devido as aulas de Ciências, consigo ter uma opinião mais crítica quando leio links na internet, jornais, revistas e noticiários na televisão.					
Q.21 Na região onde vivo, normalmente me interesse pelos problemas locais					
Q.22 Proponho soluções para os problemas de minha região					
Q.23 Divulgo os problemas locais para a minha comunidade					
Q.24 A comunidade de um modo geral deve ajudar na resolução dos problemas de sua região					
Q.25 Busco a informações de problemas locais para tentar contribuir com uma solução					
Q.26 Estudar Ciências e/ou Física me ajuda no entendimento dos problemas de minha região					